

Emilia Hekkala

# Videopelihahmon mallintaminen ja teksturointi nykymenetelmin

Tradenomi (AMK)

Tietojenkäsittely

Syksy 2017



KAJAANIN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Tiivistelmä

Tekijä: Hekkala Emilia

Työn nimi: Videopelihahmon mallintaminen ja teksturointi nyky menetelmin

Tutkintonimike: Tradenomi (AMK), tietojenkäsittely

Asiasanat: videopelit, peligrafiikka, 3D, mallintaminen, hahmo, hahmonluonti, toteutus

Tämä opinnäytetyö esittelee ja arvioi 3D-videopelihahmon luomisprosessia nykyisin yleisesti käytössä olevilla menetelmillä. Hahmonluonti käsittää useita eri vaiheita, joita varten on omat, parhaiten soveltuvat työmenetelmät ja ohjelmat. Tarkoituksena oli tutkia niiden vahvoja ja heikkoja puolia. Opinnäytetyön aikana luotiin alusta loppuun videopelikäyttöön sopiva 3D-hahmo, kuningattaren henkivartija, ja siitä saadun kokemuksen perusteella havainnollistettiin ja arvioitiin työskentelyprosessia.

Työn toteutus käsitti viisi eri vaihetta: hahmon suunnittelun, veistämisen, retopon tekemisen, teksturoinnin ja lopuksi esittelykuntoon saattamisen. Jokainen vaihe käsitellään vuorollaan opinnäytetyössä, ja niistä kerrotaan yleisiä periaatteita ja työmenetelmiä sekä esitellään käytetty ohjelma. Erityispainotus on veisto-, retopo- ja teksturointivaiheilla, joissa käytettyjä työkaluja ja menetelmiä tutkittiin kaikkein syvällisimmin. Veistovaiheessa käytössä oli ZBrush-ohjelma, jonka avulla hahmo sai kolmiulotteisen muodon. Retopo-vaiheessa muodolle luotiin parempi geometria Blender-mallinnusohjelman avulla ja teksturointiin puolestaan käytettiin Substance Painter -ohjelmaa.

Työskentelyn aikana havaittiin monia erilaisia asioita ja arvioitiin käytettyjä ohjelmia. Tärkein veistovaiheen aikana tehty huomio oli se, että menetelmä tarjoaa graafikon käyttöön enemmän vapautta ja intuitiivisemmat työkalut kuin tavallinen 3D-mallintaminen. Parhaat tulokset syntyvät, kun tekniset seikat eivät turhaan rajoita luovuutta, ja siksi veistäminen onkin hahmonluonnin kannalta erittäin merkityksellinen vaihe. Retopo-vaiheessa tästä vapaudesta jouduttiin kuitenkin maksamaan, sillä siinä veistetylle hahmolle luotiin manuaalisesti uusi käyttökelpoisempi ja kevyempi geometria. Työskentely oli hidasta, ja vaihe kaipaisi kipeästi toimivia automatisoituja ratkaisuja. Tästä heikkoudesta huolimatta hahmonmallinnusprosessi on kuitenkin kokonaisuutena toimiva, sillä veistovaiheen edut voittavat retopon tekemisen työläyden. Luovuuden merkitys korostui taas teksturointivaiheessa, jossa käytetty ohjelma tarjosi hyvät välineet työskentelyyn. Tekstuurit voitiin maalata suoraan hahmon pintaan, ja erilaisia hyödynnettäviä kartoja ja työkaluja oli laaja valikoima.

Prosessin lopuksi todettiin, että hahmonluontia varten on nykyisin olemassa suuri määrä työkaluja, joista kukin voi valita itselleen sopivimmat. Laaja keinovalikoima ja yhä tehokkaammiksi muuttuvat tietokoneet ovat vähentäneet hahmonluonnin teknisiä rajoitteita, ja samalla luovuuden merkitys työskentelyssä on kasvanut. On erittäin kannattavaa pysytellä mukana kehityksessä ja kokeilla jatkuvasti uusia ja päivitettyjä työkaluja, sillä se lisää peligraafikon vapautta ja mahdollisuuksia yhä parempien peliobjektien luomiseen.

## **Abstract**

**Author:** Hekkala Emilia

**Title of the Publication:** Modeling and Texturing a Video Game Character Using Modern Tools

**Degree Title:** Bachelor of Business Administration (UAS), Business Information Technology

**Keywords:** video games, game graphics, 3D, modeling, character, character creation, workflow

The purpose of this thesis is to introduce and evaluate the process of creating a 3D-character for video games using modern tools. Character creation consists of many phases, each of which has its own tools and methods. The purpose was to study the pros and cons of them. To demonstrate and evaluate the working process correctly, a video game character called The Queen's Butler was created.

The creation of the character consisted of five phases: designing, sculpting, doing retopo, texturing and rendering. Every phase is introduced as its own chapter. Sculpting, retopoing and texturing and the methods and tools used in these phases are discussed most profoundly. Sculpting the first 3D-version of the character was done with the ZBrush program. The 3D-modeling program Blender was used for retopoing, or creating a better geometry for the character. Texturing was done with Substance Painter.

The project yielded many observations and evaluations. Regarding sculpting, the most important notice was that it provided more freedom for the artist and the tools used were more intuitive than the ones in basic 3D-modeling. The best results can only be achieved when technical issues do not interrupt the creative process too much. That is why sculpting is such an important method for character creation. When retopoing, the price for this freedom had to be paid, however. The character needed better, simpler geometry, and it had to be done manually. Working took a long time, and the phase clearly needs better, automatic solutions. Despite this weakness, generally the character creation process works well. The benefits of the sculpting compensate for the laborious retopoing. Texturing phase emphasized the creativity once more, since Substance Painter offered great tools for working. The textures could be painted straight to the surface of the character, and there was a wide range of different brushes, maps and other tools to utilize.

The outcome of the process was the conclusion that there are numerous programs to use for character creation. Every artist can find ones suitable for themselves and their needs. The wide range of tools alongside with the computers constantly becoming more powerful have reduced the technical constraints of character creation. This has increased the artistic freedom and the importance of creativity. Therefore, it is important for everyone to keep up with the progress and to constantly experiment with new and updated tools.

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Yleiskatsaus 3D-videopelihahmon tekoprosessiin .....	2
3	Suunnittelu .....	5
3.1	Referenssimateriaalin kerääminen .....	5
3.2	Luonnosten ja konseptien tekeminen .....	6
4	Digitaalinen veistäminen .....	8
4.1	Veistämisen periaatteita .....	8
4.2	ZBrush veistotyökaluna .....	9
4.3	Kuningattaren henkivartija -hahmon veistäminen .....	11
4.3.1	Hahmon vartalon veistäminen.....	11
4.3.2	Hahmon vaatteiden ja tarvikkeiden veistäminen .....	12
4.3.3	Hahmomallin valmistelu teksturointivaihetta varten .....	15
4.4	Arvio veistämisvaiheen sujumisesta .....	16
5	Low poly -mallin tekeminen .....	18
5.1	Low poly -mallin tekemisen periaatteita .....	18
5.2	Blender retopo- ja unwrap-työkaluna .....	19
5.3	Kuningattaren henkivartija -hahmon low poly -mallin tekeminen.....	21
5.3.1	Hahmon mallintaminen .....	22
5.3.2	Hahmon uv-kartan tekeminen .....	23
5.4	Arvio low poly -vaiheen sujumisesta.....	25
6	Teksturointi .....	27
6.1	Teksturoinnin periaatteita .....	27
6.1.1	Metallic workflow -tekstuurikartat .....	28
6.1.2	Normaalikartta .....	29
6.2	Substance Painter teksturointityökaluna.....	30
6.3	Kuningattaren henkivartija -hahmon teksturoiminen .....	33
6.3.1	Normaalikartan ja muiden automaattisten karttojen tekeminen ....	33
6.3.2	Muiden tekstuurikarttojen tekeminen.....	34
6.4	Arvio teksturointivaiheen sujumisesta.....	35
7	Hahmon saattaminen esityskuntoon.....	37
7.1	Hahmon rigin tekeminen ja poseeraaminen .....	37
7.2	Hahmon renderöinti.....	39

7.3	Lopputuloksen arviointi.....	41
8	Yhteenveto ja pohdinta .....	43
	LÄHTEET.....	45
	LIITTEET	

LIITE 1: Renderöity kokovartalokuva Kuningattaren henkivartija -hahmosta

LIITE 2: Renderöity ylävartalokuva Kuningattaren henkivartija -hahmosta

## Symboliluettelo

**Divide-työkalu** = ZBrush-ohjelman työkalu, joka jakaa 3D-kappaleen polygonit pienemmiksi. Tämä lisää pinnan resoluutiota ja helpottaa yksityiskohtien lisäämistä kappaleeseen.

**Edge** = Suora jana kahden verteksin välillä.

**Hard surface -objekti** = Kovapintainen, kulmikas ja usein tekninen esine. 3D-objektit jaetaan usein kahteen luokkaan, hard surface -objekteihin ja orgaanisiin eli pyöreämpiä, luonnollisempia muotoja sisältäviin objekteihin kuten ihmis- ja eläinhahmoihin ja kasvillisuuteen.

**High poly** = 3D-objekti, jossa on runsaasti polygoneja ja joka on laskennallisesti raskas mutta yksityiskohtainen.

**Karkeuskartta** = 2D-kuva siitä, mitkä osat 3D-objektista ovat karkeita mikroskooppisen pienellä tasolla. Se vaikuttaa siihen, miten himmeitä tai kiiltäviä eri osat ovat.

**Low poly** = 3D-objekti, jossa on vain vähän polygoneja ja joka on laskennallisesti kevyt, mutta sisältää vähemmän yksityiskohtia kuin high poly.

**Metallisuuskartta** = 2D-kuva siitä, mitkä osat 3D-objektista ovat metallisia.

**Non-destruktiivinen työtapa** = Tehdyt muutokset eivät ole lopullisia, vaan aiempiin vaiheisiin pystyy palaamaan ja muokkaamaan kaikkia osia kaikissa työn vaiheissa.

**Normaalikartta** = 2D-kuva siitä, mihin suuntaan valo kimpoaa missäkin osassa 3D-objektia. Normaalikarttaa käytetään yleisesti silloin, kun halutaan huijata low poly -3D-malli näyttämään high poly -mallilta.

**PBR** = "Physically Based Rendering". 3D-objektin materiaalit reagoivat valoon realistisesti. Tällöin objektilla on useita eri tekstuurikarttoja, jotka määrittävät esimerkiksi sen väriä ja kiiltävyyttä ja joiden avulla tietokone laskee, miltä objektin eri osat missäkin valaistuksessa näyttävät.

**Polygoni** = Monikulmio. 3D-koordinaatistossa oleva kaksiulotteinen pinta, joka koostuu useasta edgestä ja verteksistä.

**Primitiiviobjekti** = Yksinkertainen 3D-malli, esimerkiksi pallo tai kuutio. Useimmiten 3D-mallintaminen tai veistäminen aloitetaan primitiiviobjektia muokkaamalla.

**Referenssi** = Toimii apuna ja inspiraation lähteenä suunnitteluvaiheessa. Kuvat, videot, 3D-mallit ja muu vastaava mediasisältö ovat yleisintä referenssimateriaalia.

**Renderöidä** = Kuvantaa, luoda 3D-näkymästä 2D-kuva.

**Retopo** = Uuden paremman, kevyemmän ja helpommin animoitavan topologian tekeminen olemassa olevalle high poly -mallille niin, että sama muoto kuitenkin säilyy mahdollisimman hyvin.

**Rigi** = 3D-objektin digitaalinen "luuranko", jonka avulla objektia liikutetaan poseerauksien ja animaatioiden luomista varten.

**Teksturoida** = Luoda 3D-mallille tekstuurikarttoja, jotka määrittävät mallin pinnan ulkonäön, kuten esimerkiksi sen kuvioinnin ja kiiltävyyden.

**Thumbnail** = Pienikokoinen, nopea ja suurpiirteinen luonnos, joita tehdään yleensä useita suunnittelu- ja luonnosteluvaiheen alussa.

**Topologia** = 3D-avaruudessa olevan kappaleen pinnan geometria. Hyvä topologia on helposti animoitavaa, laskennallisesti tehokasta ja koostuu parhaimmillaan nelikulmaisista, keskenään lähes samankokoisista polygoneista.

**Unwrapata** = Tehdä 3D-objektille UV-kartta levittämällä objektin osia 2D-pinnalle.

**UV-kartta** = Kertoo, mille kohdalle 2D-kuvaa mikäkin osa tekstuurista tulee sijoittaa, jotta se näkyy oikeassa kohdassa 3D-objektissa. UV-kartta on siis ikään kuin 2D-pinnalle levitetty kartta 3D-pinnasta.

**Verteksi** = Yksittäinen 3D-koordinaatistossa sijaitseva piste. Toimii polygonien kulmana ja edgen päätepisteenä.

**Ylikonsepti** = High concept. Hahmon ominaisimmat piirteet muutamalla sanalla ilmaistuna.

## 1 Johdanto

Kun videopelit ovat kehittyneet yhä monimutkaisemmiksi ja graafisesti näyttävämmiksi kokonaisuuksiksi, on myös hahmosuunnittelun ja -toteutuksen merkitys peleissä kasvanut. Hyvä hahmo edistää tarinankerrontaa, antaa samaistumispintaa ja vahvistaa pelin tunneskaalaa. Se on myös tärkeä osa pelin visuaalista ilmettä. Vaikka hahmon luonti on suuressa määrin luova, taiteellista silmää vaativa prosessi, edellyttää se myös vahvaa teknistä osaamista. Juuri siksi tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kertoa käytännönläheisesti pelihahmon luontiprosessista ajankohtaisin menetelmin luonnoksesta valmiiksi 3D-hahmoksi.

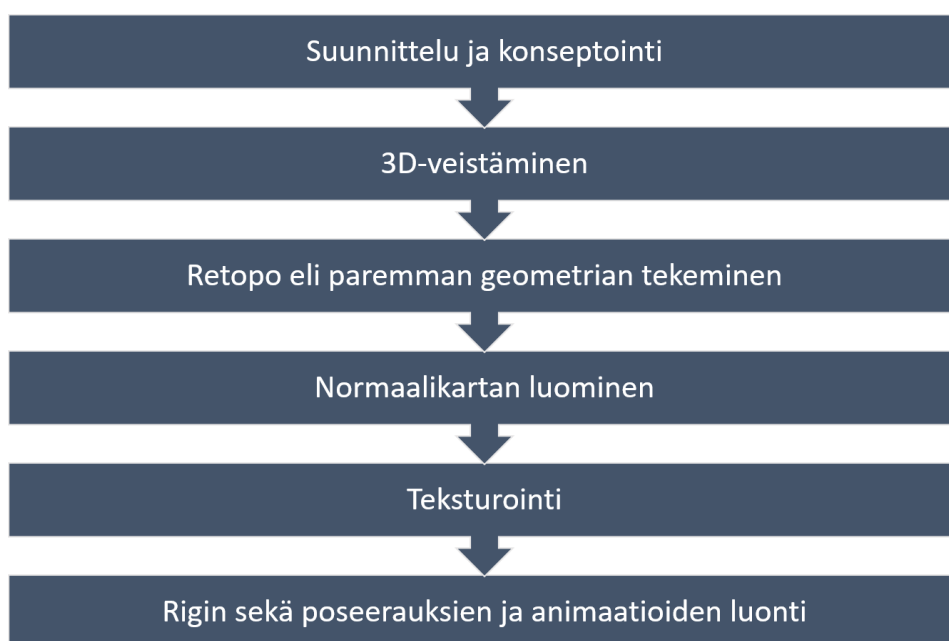
Opinnäytetyön keskeinen kehittämissähtävä on 3D-videopelihahmon mallinnus- ja teksturointiprosessin kokeileminen, tutkiminen ja arviointi. Ensiksi kerrotaan lyhyesti suunnittelusuudesta ja sitten edetään tämän opinnäytetyön varsinaiseen ydinalueeseen. Hahmon veistämistä, low poly -mallin tekemistä ja teksturointia esitellään laajasti, ja näitä vaiheita arvioidaan kriittisesti työkalujen ja -tapojen käytettävyyden ja työskentelyn sujuvuuden näkökulmasta. Näiden vaiheiden jälkeen käydään vielä tiiviisti läpi hahmon renderöintivaihe. Opinnäytetyö päättyy yhteenvetoon ja pohdintaan prosessin onnistuneisuudesta ja työtapojen hyvistä ja huonoista puolista.

Tässä opinnäytetyössä esitetty ja arvioitu hahmontekoprosessi on yleisesti käytössä pelialalla, ja siksi hyvä opinnäytetyön tutkimuskohde. Se ei kuitenkaan ole ainoa oikea tapa luoda hahmoja, vaan on monia tapoja ja käytänteitä, joista kullakin on omat vahvuutensa ja suosijansa. Tässä esitellään vain kapea siivu kaikesta siitä, mitä hahmonluontiin liittyy. Toivoakseni tekstin kohderyhmä, toiset peligraafikot, pystyvät kuitenkin hyödyntämään opinnäytetyössä tarjottua informaatiota ja pohdintaa omissa projekteissaan ja löytämään omanlaisensa, heille itselleen parhaiten sopivan työtavan.



## 2 Yleiskatsaus 3D-videopelihahmon tekoprosessiin

Videopelihahmon luonti sisältää useita eri vaiheita, ja näiden vaiheiden toteuttamiseen on useita eri työtapoja ja ohjelmia. Tässä osiossa luodaan yleiskatsaus siihen prosessiin, jota opinnäytetyössä käytetään 3D-videopelihahmon luomiseen. Tiivistetysti prosessi on esitetty kuvassa 1. Sama tai samankaltainen työskentelyjärjestys on käytössä useissa eri peliyrityksissä ympäri maailmaa, ja siksi sen tunteminen on tärkeä osa jokaisen peligraafikon ammattitaitoa. Tarkoituksena on antaa lukijalle kokonaiskuva prosessista ja seuraavissa luvuissa tarkemmin esitellyistä tapahtumista jo etukäteen, jotta hänen on helpompaa seurata ja ymmärtää työskentelyn eri vaiheita ja niiden merkitystä.



Kuva 1. Kaaviokuva 3D-videopelihahmon luomisprosessista tässä opinnäytetyössä.

Ensimmäinen vaihe hahmonluonnissa on suunnittelu ja konseptointi. Tätä voi pitää hahmonluonnin kaikkein tärkeimpänä vaiheena, sillä siinä luodaan pohja, suunnitelma, jonka päälle kaikki muu rakennetaan. Paraskaan tekninen osaaminen ei pysty pelastamaan huonoa konseptia, aivan kuten vahvimmatkaan seinät eivät pidä pystyssä taloa, jonka perustus on heikko. Siksi konseptointiin on tärkeää käyttää tarpeeksi aikaa ja hioa suunnitelmia.

Useimmiten pelejä varten konseptit tehdään digitaalisesti piirtämällä ja maalaamalla, mutta myös 3D-mallintaminen ja veistäminen sekä perinteisillä menetelmillä piirtäminen

ovat käypiä työtapoja. Konseptointivaiheessa on tärkeää muistaa huomioida, että hahmoa luodaan peliä varten. Sen tulee siis olla uskottava ja riittävän syvällinen siinä ympäristössä. Siksi on kannattavaa tutustua hahmon taustatarinaan, pelin maailmaan, pelimekaniikkoihin ja esimerkiksi kamerakulmiin ja luoda hahmo näistä lähtökohdista alkaen. (Mitchell 2012, 82.)

Suunnittelun jälkeen siirrytään veistämiseen. 3D-veistäminen tarkoittaa korkearesoluutioiden 3D-mallin muokkaamista erilaisten siveltimien ja muiden työkalujen avulla esimerkiksi vetämällä ja työntämällä, kaivertamalla ja muotoilemalla. Prosessi ja tuntuma muistuttavat oikean saven käsittelyä ja veistämistä. 3D-veistäminen on kiinnostava työtap, sillä se on ikään kuin digitaalisen maalaamisen ja polygonimallinnuksen välimuoto, jossa luovat työtavat yhdistyvät perinteisempään 3D-mallin tekemiseen. (Rabin 2009, 671.)

Veistämistä seuraava työvaihe on retopo, eli kevyemmän, topologiaaltaan paremman ja helpommin animoitavan low poly -version tekeminen hahmon 3D-mallista. Perinteisen polygonimallinnuksen avulla aiemmin veistetyn 3D-hahmon pinnalle rakennetaan uusi topologia. Uudesta geometriasta huolimatta se yhä sisältää lähes samat muodot ja yksityiskohdat kuin alkuperäinen malli. Retopologian tekemiseen on olemassa joitakin automaattisia työkaluja, mutta yhä ollaan kuitenkin siinä tilanteessa, jossa manuaalinen retopon tekeminen tuottaa merkittävästi paremmat lopputulokset ja on siksi eniten käytetty työtap hahmoja luotaessa. (Theodore 2016.)

Kun low poly -malli on saatu tehtyä, seuraava askel on siirtää tarkemman high poly -mallin tiedot siihen. Näin kevyempi low poly -versio saadaan näyttämään yksityiskohtaisemmalta mutta laskennallisesti raskaalta isoveljeltään. Tämä tapahtuu normaalikartan avulla. Normaalikartta lasketaan high poly -mallista, ja se sisältää tiedot siitä, mihin suuntaan 3D-mallin pinnan normaalit osoittavat eli mihin suuntaan valo heijastuu mallista. Tämä normaalikartta lisätään yhdeksi low poly -mallin tekstuurikartaksi. Tällä tavoin yksinkertaisen mallin pinta saadaan näyttämään todellista monimutkaisemmalta. (Ward 2008.)

Tässä vaiheessa hahmomallille luodaan myös muut tekstuurikartat, kuten albedo- eli värikartta, metallisuuskartta ja karkeuskartta. Aiemmin nämä tekstuurit tehtiin yleensä jossain piirtämiseen tai kuvanmuokkaukseen tarkoitettussa 2D-ohjelmassa kuten Photoshopissa, mutta nykyisin on tarjolla myös ohjelmia, joiden avulla maalaamisen voi tehdä suoraan 3D-mallin pinnalle ja näin reaaliaikaisesti nähdä kaikki tekemänsä muutokset.

Näiden vaiheiden jälkeen vuorossa on rigin eli digitaalisen luurangon tekeminen hahmolle, jotta hahmo voidaan asettaa erilaisiin poseerauksiin esimerkiksi animointia tai renderöintiä eli kuvantamista varten. Tätä osuutta sivutaan vain keveästi tässä opinnäytetyössä, sillä aihe on laaja eikä aikaa sen syvälliseen käsittelyyn ole riittävästi. Lisäksi suuremmissa pelialan yrityksissä vastuu hahmomallin rigin tekemisestä kuuluu yleensä animaattorille, ei hahmoartistille. Kun rig ja animaatiot on tehty, on hahmo useimmissa tapauksissa valmis lisättäväksi peliin.

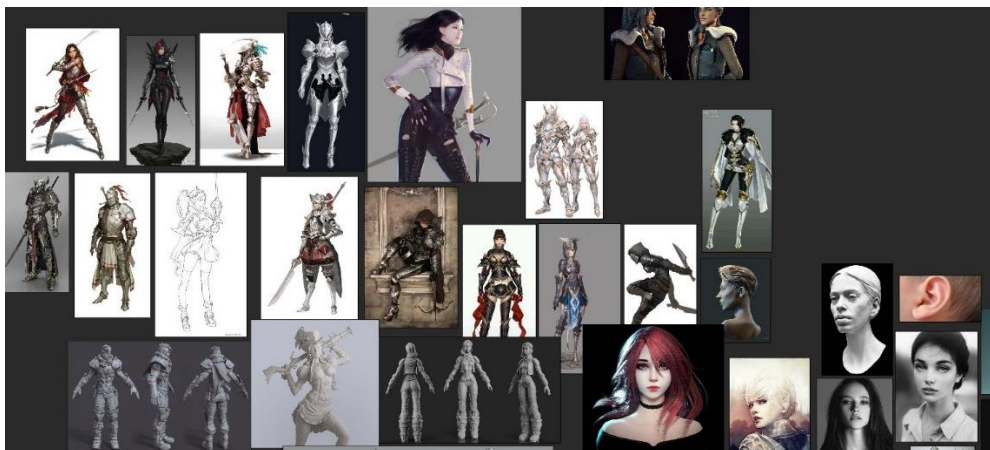
### 3 Suunnittelu

Ennen kuin hahmomallin tekoa voi aloittaa, täytyy tekijän suunnitella ja selvittää itselleen, mitä hän on tekemässä. Ensimmäinen askel on ylikonseptin luominen. Ylikonsepti, high concept, tarkoittaa hahmon ominaisimpia piirteitä muutamalla sanalla ilmaistuna. Esimerkiksi ”salaperäinen lohikäärmeenkesyttäjä fantasiamaailmassa” tai ”suloinen mutta tappava koulutyttö” voivat toimia hahmon ylikonsepteina. Kun ylikonsepti on saatu selvitettyä, on suunnittelun vuoro. Se koostuu useimmiten kahdesta osasta: referenssimateriaalin keräämisestä ja konseptien tekemisestä.

#### 3.1 Referenssimateriaalin kerääminen

Referenssimateriaali tarkoittaa yleensä kuvia, joita käytetään esimerkkinä ja inspiraationa jotain uutta suunniteltaessa. Se voi tarkoittaa myös videoita, 3D-malleja, tekstiä ja muuta vastaavaa mediasisältöä. Tärkeintä on, että referenssimateriaali toimii jollain tapaa inspiraation lähteenä ja suunnittelun lähtökohtana. Vaikka aikeena olisi luoda jotain aivan uudenlaista ja omaa, kannattaa kuitenkin kerätä referenssimateriaalia, sillä se toimii hyvänä ponnahduslautana uuteen. Esimerkiksi uutta eläinlajia suunniteltaessa on tärkeää tutustua jo olemassa olevien lajien anatomiaan ja hankkia ymmärrystä siitä, jotta pystyy luomaan uudelle hahmolle oikeaoppisen ruumiinrakenteen, joka tyydyttää myös muita. Hyvin harvalla ihmisellä on niin laaja päänsisäinen kirjasto, että hän pystyisi piirtämään mitä tahansa uskottavasti mallia katsomatta, ja siksi referenssimateriaalin kerääminen on arvokasta työtä. Hyötyä referenssimateriaalista on myös silloin, jos sitä kerätessä idea hahmosta tarkentuu, kun jokin keräämisen aikana löytynyt ajatus alkaa tuntua muita viehättävämmältä. (Vasile 2011.)

Tätä opinnäytetyötä varten tehtiin naispuolinen tyylitelty hahmomalli, kuningattaren henkivartija. Referenssimateriaalin lähteenä käytettiin pääasiassa Pinterest-verkkosivua. Kiinnostava, inspiraatiota tarjoava ja mallia antava sisältö kerättiin yksinkertaiseksi kuvakollaasiksi, ja osa tästä kollaasista on näkyvillä kuvassa 2.



Kuva 2. Osa kuvakollaasista, joka koottiin referenssiksi hahmomallin luomista varten

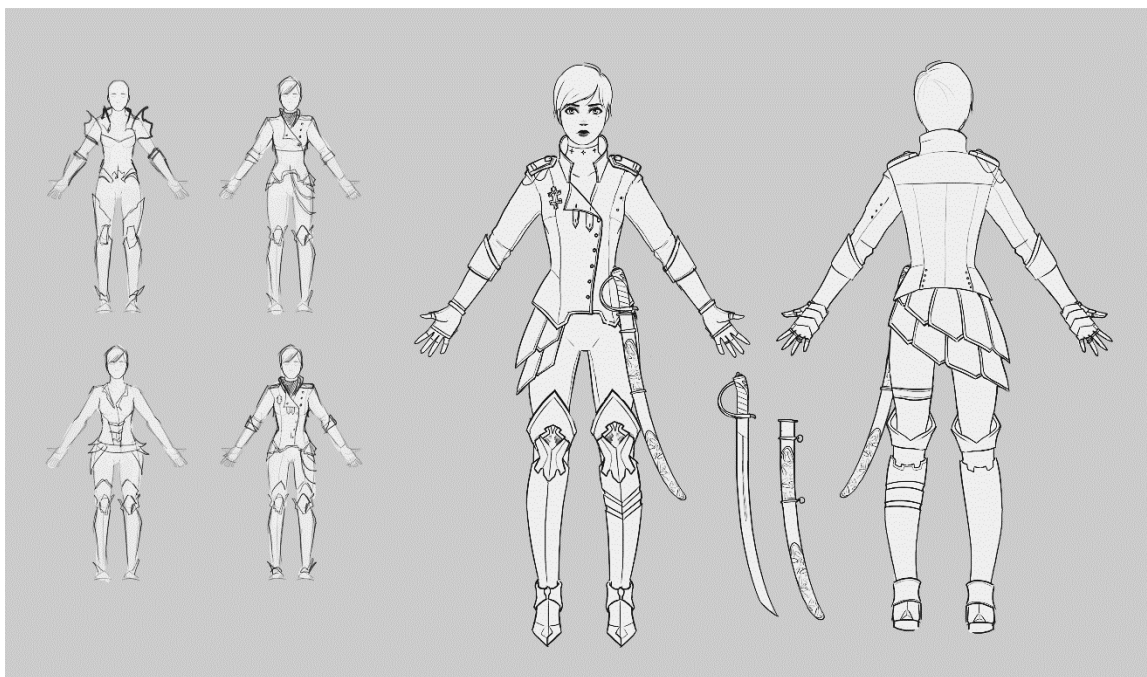
### 3.2 Luonnosten ja konseptien tekeminen

Jo referenssimateriaalin keräämisen aikana, tai viimeistään sen päätyttyä, on konseptointin vuoro. Konseptointiin on monia keinoja aina käsin piirtämisestä 3D-veistämiseen ja mallintamiseen, mutta pelialalla yleisintä tällä hetkellä on digitaalinen piirtäminen ja maalaaminen. Konseptoinnissa on kyse asioiden kokeilemisesta ja peliin parhaiten soveltuvien ratkaisujen etsimisestä. Tämä vaihe aloitetaan useimmiten piirtämällä useita erilaisia thumbnailaileja eli pienikokoisia, nopeita ja suurpiirteisiä luonnoksia aiheesta. Näitä luonnoksia vertaillaan toisiinsa joko yksin tai muiden avustamana, ja sitten valitaan niistä paras tai parhaat. Sitten thumbnail-vaiheessa saadun palautteen perusteella siirrytään tarkempiin luonnoksiin, arvioidaan niitä ja hankitaan palautetta ja edetään yhä hiotumpaan lopputulokseen, kunnes konseptiin lopulta ollaan tyytyväisiä.

Konseptointivaihe on kaikkein helpoin ja halvin tapa testata erilaisia suunnittelullisia ideoita ja ajatuksia. Sen vuoksi tässä vaiheessa kannattaa kokeilla kaikkein erikoisimpiakin ideoita ja tutkia niiden toimivuutta. Toki suunnitteluvaiheessa on kannattavaa soveltaa myös graafisen suunnittelun yleisiä periaatteita, kuten rytmitystä eli asioiden toistuvuutta ennalta-arvattavasti ja tasapainoa eli kuvan osien asettelua niin, että ne tasapainottavat toisiaan ja saavat sommitelman tuntumaan miellyttävältä. (Rabin 2009, 644—645.)

Tätä opinnäytetyötä varten tehtyjä hahmo-thumbnailaileja ja -konsepteja on esillä kuvassa 3. Vasemmassa reunassa on neljä thumbnail-kuvaa, jotka olivat kerätyn referenssimateriaalin innoittamana tehtyjä nopeita luonnoksia. Näistä neljästä kokeilusta valikoitiin parhaat ideat ja jatkojalostettiin niitä. Välillä pyydettiin palautetta muilta peligraafikoilta, ja

saadun palautteen ja omien ideoiden perusteella saatiin lopulta valmiiksi tyydyttävä hahmokonsepti. Myös se on esillä kuvassa 3.



Kuva 3. Kuningattaren henkivartija -hahmon thumbnailleja ja lopullinen konsepti

Yleisimmistä tekotavoista poiketen hahmon väripalettia ei tässä vaiheessa vielä päätetty. Jonkinlainen mielikuva valkoisen, vaaleanharmaan ja kullankiiltävän metallin yhdistelmästä oli olemassa, mutta se ei ollut missään määrin lopullinen. Nykyaikaisilla teksturointivälineillä on nopeaa kokeilla erilaisia väriyhdistelmiä suoraan valmiiseen 3D-malliin. Sen vuoksi joissain tapauksissa voi olla parasta päättää lopullinen väripaletti vasta siinä vaiheessa. Ennen mallinnusta tärkeintä on suunnitella hahmolle kiinnostava muoto, sillä sitä ei enää teksturointivaiheessa pysty muokkaamaan.

## 4 Digitaalinen veistäminen

Digitaalinen veistäminen on 3D-mallinnustekniikka, joka tuntumaltaan muistuttaa perinteistä veistämistä. Siinä matalaresoluutioisen mallin polygoneja jaetaan yhä pienemmiksi osiksi subdivision-komennolla. Näin kappaleen muokattavien verteksien määrä lisääntyy, ja sen käyttäytyminen alkaa muistuttaa oikeaa savea. Kappaletta työstetään virtuaalisten veistotyökalujen avulla, joilla sen osia voidaan esimerkiksi venyttää, työntää ja vetää, kaventaa ja tasoittaa. Mitä enemmän kappaleessa on verteksejä, sitä yksityiskohtaisemmin sitä pystyy muokkaamaan. (Ward 2008, 101.)

Digitaalisessa veistämisessä on hyvä noudattaa samoja periaatteita kuin perinteisessä versiossakin. On erittäin tärkeää keskittyä ensin perusmuotoihin ja niihin asioihin, jotka vaikuttavat hahmon siluettiin, ja edetä vasta sen jälkeen yksityiskohtien hiomiseen. Perusmuodot ovat ensimmäinen asia, johon huomio kiinnittyy ja ne antavat hahmomallille sen perimmäisen luonteen. Myös hahmon mittasuhteilla ja niiden keskinäisellä tasapainolla on suuri rooli siinä, kuinka puoleensavetävä hahmo on. Erityistä huomiota mittasuhteisiin kannattaa kiinnittää realistisia ihmis- ja eläinhahmoja veistäessä, sillä todennäköisyyttä ne lisäävät hahmon uskottavuutta merkittävästi. Lisäksi hahmoa kannattaa katsoa usein eri suunnista ja eri etäisyyksiltä, jotta kokonaisuus pysyy koko ajan hallinnassa. (Spencer 2008, 1—9.)

### 4.1 Veistämisen periaatteita

Digitaalinen veistäminen on kuin perinteisen polygonimallinnuksen luovempi sisarus. Se on intuitiivinen tapa muokata 3D-kappaleita, ja veistotuntumansa ansiosta se on ikään kuin perinteisen mallinnuksen ja digitaalisen maalaamisen välimuoto. Luovuutta ja kokeilunhalua tukee erityisesti se, että digitaalisessa veistämisessä ei tarvitse samalla tavoin huolehtia topologiasta kuin tavallisessa mallintamisessa. Yksittäisten verteksien sijoittamista ei tarvitse miettiä eikä myöskään sitä, tukeeko hahmon topologia animaatiota ja laskennallista tehokkuutta parhaalla mahdollisella tavalla. (Spencer 2008, 281.) Näiden pohdintojen aika tulee vasta myöhemmin, retopo-vaiheessa, jota esitellään luvussa 5.

Toinen luovaa työskentelyä helpottava ominaisuus digitaalisessa veistämisessä on se, että tällä työtavalla pienten yksityiskohtien lisääminen hahmoon on yleensä paljon helpompaa ja nopeampaa kuin perinteisemmällä mallinnusohjelmilla. Pinnan pieniä muotoja,

esimerkiksi ihohuokosia tai vaatteiden ompeleita, olisi erittäin työlästä mallintaa perinteisin menetelmin tarvittavaa geometriaa lisäten ja yksittäisiä verteksejä liikuttaen. Veistäessä saman voi tehdä nostamalla pinnan resoluution tarpeeksi suureksi ja yksinkertaisesti maalaamalla sopivalla työkalulla haluttuja alueita. (Spencer 2008, 111.)

Veistäminen tukee hyvin luonnollisten, pehmeiden muotojen luomista ja esimerkiksi ryp-  
pyjen ja lihasrakenteiden esittämistä. Siksi se on parhaimmillaan, kun luodaan orgaanisia 3D-malleja, kuten esimerkiksi ihmis- ja eläinhahmoja tai kasvillisuutta. Hard surface -objekteja eli kovapintaisia, kulmikkaita ja usein teknisiä esineitä tehtäessä perinteiset 3D-mallinnusohjelmat voivat olla parempi vaihtoehto. Tasaiset pinnat ja suorat kulmat on yleensä helpompi toteuttaa, kun työstettävänä on vähemmän verteksejä ja polygoneja. Kaikista veistämisen eduista huolimatta kannattaa siis aina harkita tapauskohtaisesti, mikä milloinkin on paras työtapo.

#### 4.2 ZBrush veistotyökaluna

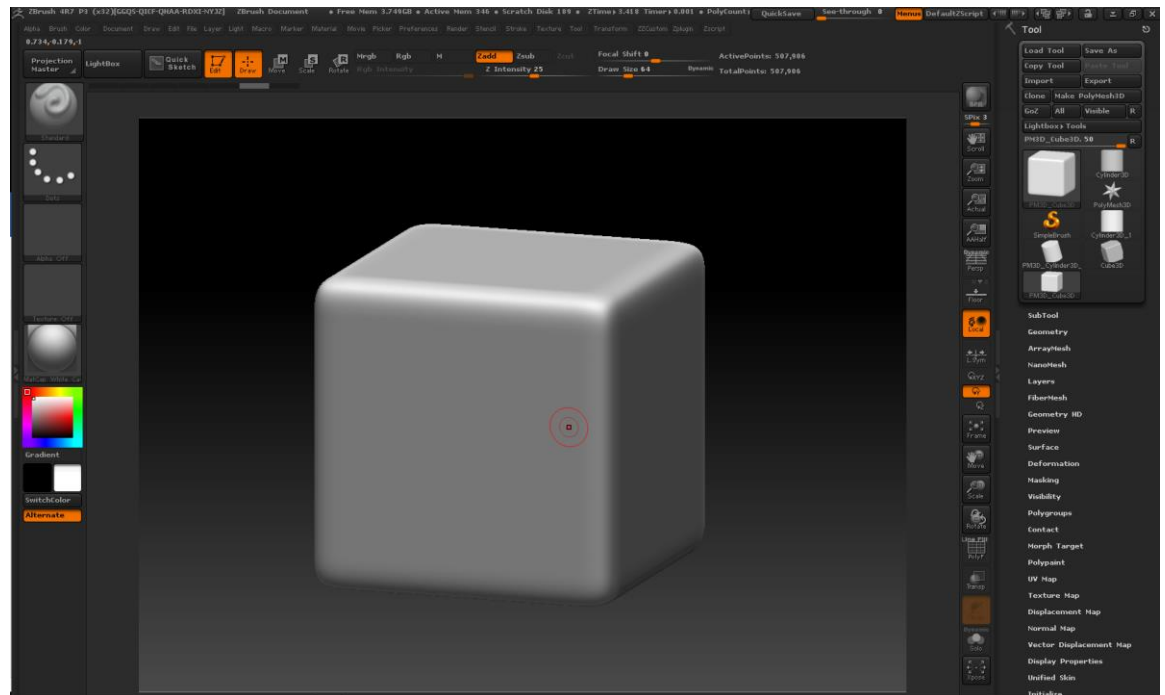
Yksi yleisimmistä ja tunnetuimmista digitaaliseen veistämiseen tarkoitetuista ohjelmista on ZBrush. Sitä pidetään usein jopa peli- ja elokuva-alan veistämisen standardityökaluna. Ohjelman suosio johtuu isolta osin sen monipuolisista veistotyökaluista ja -mahdollisuuksista. Lisäksi ZBrushin kehittäjä Pixologic haluaa tukea ohjelman käyttäjien luovuutta vähentämällä teknisiä rajoitteita mahdollisimman paljon. Mitä enemmän työskentely muistuttaa oikean saven muovaamista, sitä helpompaa prosessia on ymmärtää ja käyttää intuitiivisesti. (ZBrush 4R6 – Getting Started 2012, 3.)

ZBrush-ohjelma kykenee moniin muihinkin asioihin kuin pelkkään veistämiseen. Sillä voi myös 3D-mallintaa perinteisin menetelmin, teksturoida, maalata ja renderöidä. Painopiste on kuitenkin niin vahvasti veistämisessä, että muihin tehtäviin valitaan usein jokin toinen, parempi sovellus. (Scherer 2011, 31.) Tilanne toki muuttuu koko ajan, eikä vielä voi tietää, millainen työnkulku esimerkiksi viiden vuoden päästä on yleisin.

ZBrush-ohjelman käyttöliittymä eroaa kohtalaisen paljon muista 3D-ohjelmista, eikä siksi ole kovinkaan aloittelijaystävällinen. Se on kuitenkin lähes täysin kustomoitavassa, joten ohjelman saa kyllä ratkaistua. (Scherer 2011, 42.) Kuvassa 4 on kuvakaappaus käyttöliittymästä. Toinen mahdollisesti hämmennystä aiheuttava ominaisuus on se, että ZBrush on itse asiassa sekä 2D- että 3D-ohjelma. Siinä voi jopa sijoittaa 3D-kappaleita 2D-kanvakselle ja näin luoda eräänlaisen 2.5D-kuvan. Se sisältää informaatiota pikseleinä, aivan



kuten 2D-kuvat yleensäkin, mutta myös tiedon siitä, kuinka kaukana kukin pikseli on katsojasta 3D-avaruudessa. Tätä tietoa voi hyödyntää esimerkiksi muuttamalla objektin valaistusta tai materiaalia kuvassa dynaamisesti ilman tarvetta 2D-maalaamiseen. (Scherer 2011, 52-54.) Pelialan työtehtävissä ZBrushin 2D- ja 2.5D-toimintoja ei juuri hyödynnetä.



Kuva 4. Ruutukaappaus ZBrush-ohjelman käyttöliittymästä

Kun luodaan 3D-hahmoja tai muita 3D-objekteja pelikäyttöön ZBrushin avulla, on veistoprosessi usein seuraavassa kuvatus kaltainen. Veistäminen aloitetaan lisäämällä työskentelynäkymään primitiiviobjekti eli yksinkertainen 3D-malli. Se voi olla joko peräisin ZBrushin omasta primitiiviobjektivalikoimasta, joka sisältää esimerkiksi kuutioita ja palloja, tai sitten jollain toisella 3D-mallinnusohjelmalla luotu. Sitten tätä kappaletta muokataan ZBrushin veistotyökalujen avulla venyttämällä, kaivertamalla, nipistämällä ja monilla muilla tavoilla. Kappaletta voi myös siirtää, skaalata ja pyörittää, aivan kuten muissakin 3D-ohjelmissa. Tarpeen mukaan työn edetessä käytetään Divide-komentoa, joka jakaa kappaleen polygonit pienemmiksi. Tämä lisää pinnan resoluutiota ja helpottaa yksityiskohtien lisäämistä kappaleeseen. Tällä tavoin veistämisessä edetään aloittaen suurien linjojen ja siluettia merkittävästi muokkaavien osien tekemisestä ja siirtyen sitten tarkempaan yksityiskohtiin, kunnes lopulta ollaan tyytyväisiä lopputulokseen.

ZBrushissa on useita työkaluja, jotka parantavat veistokokemusta huomattavasti ja jotka usein ovat ahkerassa käytössä erityisesti veistämisen alkuvaiheessa. Sellaisia ovat esi-

merkiksi DynaMesh- ja ZRemesher-toiminnot. Mikäli kappaleen muotoa muutetaan veistovaiheessa merkittävästi, vaikkapa venytetään runsaasti, voi verteksien määrä joissain osissa kappaletta olla liian harva, ja silloin veistotuntuma ja -mahdollisuudet kärsivät. Näillä työkaluilla tilanteen voi kuitenkin korjata. DynaMesh on toiminto, joka muuttaa objektin topologiaa dynaamisesti samalla kun sen muotoa muutetaan. Se pitää huolen siitä, että verteksitiheys pysyy kaikkialla lähes samana ja objekti säilyy helposti muokattavana. ZRemesher puolestaan ratkaisee tiheysongelmat laskemalla samalle kappaleelle uuden topologian. ZRemesher ei ole dynaaminen, mutta saa yleensä aikaan paremman lopputuloksen kuin DynaMesh. Molemmille on omat hetkensä, ja paras lopputulos syntyykin yleensä molempien hyvästä käytöstä.

#### 4.3 Kuningattaren henkivartija -hahmon veistäminen

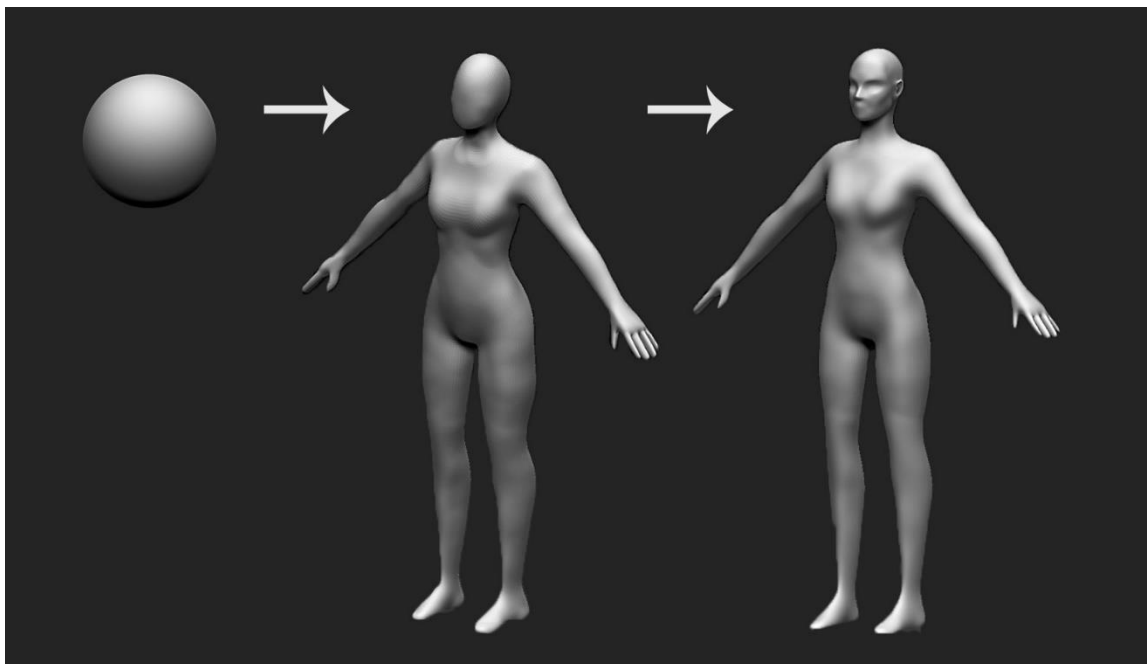
Kun tätä opinnäytetyötä varten mallinnettavan Kuningattaren henkivartija -hahmon konsepti oli saatu valmiiksi, siirryttiin ZBrush-ohjelmaan veistämään korkearesoluutioista high poly -versiota hahmomallista.

##### 4.3.1 Hahmon vartalon veistäminen

Ensimmäinen vaihe veistämisessä oli hahmon vartalon tekeminen. Yksinkertaistettu kuvaus prosessista on esitetty kuvassa 5. Se aloitettiin lisäämällä ZBrush-näkymään pallon muotoinen primitiiviobjekti hahmon pääksi. Sitten Move-työkalulla venyttämällä alettiin tästä muovata hahmon perusmuotoa. Ensiksi pallosta tehtiin pitkulaisempi, realistista ihmisen pään muotoa mukaillen. Sitten siitä venytettiin kaula ja keskiruumis, ja keskiruumiista johdettiin vielä kädet ja jalat. Koko ajan hyödynnettiin DynaMesh- ja ZRemesher-työkaluja, jotta hahmon verteksitiheys pysyisi mallintamiseen sopivana. Hahmon mittasuhteet pyrittiin pitämään realistisina. Kuvan 5 keskimäinen objekti kuvaa tässä vaiheessa aikaansaattua hahmoa.

Kun kaikki raajat oli luotu, alettiin vartalon muotoa viimeistellä. Koska suurin osa hahmon vartalosta jäisi vaatetuksen alle piiloon, ei lihaksia tai muita vartalon piirteitä tarvinnut yksityiskohtaisesti tuoda esille muualla kuin kasvoissa ja käsissä. Tärkeintä oli saada muoto ja mittasuhteet oikeiksi, jotta vaatetus olisi sitten helppoa rakentaa niiden päälle. Muodon viimeistelyssä hyödynnettiin erityisesti ClayTubes-nimistä sivellintä, jonka avulla pystyy lisäämään ja poistamaan massaa hahmon pinnalla.

Vaikka pitkälle edettiin, ei hahmon vartaloa vielä tehty valmiiksi. Todettiin, että olisi viisaampaa ensiksi lisätä hahmolle sen kaipaamia vaatteita ja varusteita, ja viimeistellä kaikki osaset lopuksi yhtäaikaaisesti.

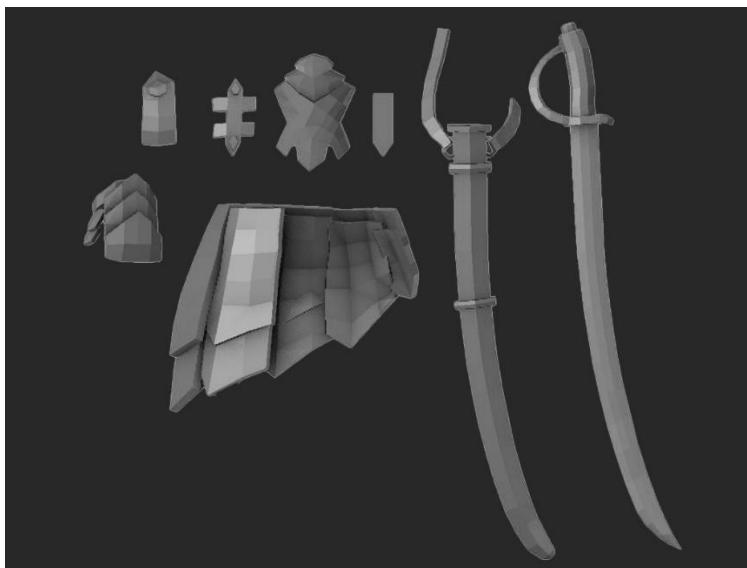


Kuva 5. Yksinkertaistettu esitys hahmon vartalon veistoprosessista

#### 4.3.2 Hahmon vaatteiden ja tarvikkeiden veistäminen

Suunnitelmana oli mallintaa hahmolle sekä vartalon muotoon mukautuvia, pehmeitä ja orgaanisia vaatteita että kulmikkaita hard surface -varusteita. Todettiin, että olisi helpointa jakaa nämä vaatteet ja varusteet niin, että osa niistä mallinnettaisiin Blender-nimisessä 3D-mallinnusohjelmassa ja osa veistettäisiin ZBrushissa.

Ensin päätettiin tehdä hard surface -objektit. Aiemmin luotu hahmon vartalon malli siirrettiin Blenderiin, ja sen päälle alettiin mallintaa näitä osia. Kuten kuvasta 6 voi nähdä, hahmolle tehtiin muutamia koristeita, metalliset kämmen- ja polvisuojat, nahasta ja metallista valmistettu lanteille tuleva suoja sekä sapeli ja sen huotra. Näistä osista ei tehty vielä kovin yksityiskohtaisia, sillä tiedettiin, että niitä voisi viimeistellä ZBrush-sovelluksessa.



Kuva 6. Blender-mallinnusohjelmalla hahmolle mallinnetut varusteet

Kun nämä Blenderillä luodut kovapintaiset objektit oli tuotu ZBrushiin ja yhdistetty osaksi hahmomallia, alettiin hahmolle tehdä vaateetusta. Hyvä tekniikka suurempien, jossain määrin ihonmyötäisten vaatekappaleiden tekemiseen on se, että ensiksi tehdään kopio hahmon vartalosta. Kopion pintaan maalataan mask-työkalulla suurpiirteisesti vaateen muoto ja erotetaan tämä maalattu osa omaksi polygoniryhmäkseen. Muut osat poistetaan ja vaatekappaleen reiät täytetään siihen sopivalla työkalulla. Sitten vaateen muotoa aletaan siveltimien avulla muokata oikeaksi. Kuningattaren henkivartija -hahmon takki, housut ja saappaat on luotu tällä tavoin. Muodoltaan yksinkertaisempien vaatekappaleiden, kuten kaulusten ja hihansuiden, luomisessa puolestaan hyödynnettiin primitiiviobjekteja, erityisesti sylintereitä. Haluttu muoto lisättiin mallinnusnäkömään, siirrettiin oikealle kohdalle ja muokattiin sitten sopivan näköiseksi.

Kun kaikki esineet oli tällä tavoin luotu hahmomallille, oli aika aloittaa niiden muodon viimeistely. Kuvassa 7 vasemmalla näkyy hahmomalli, jolla on lähes kaikki osaset valmiina mutta vielä muokkaamattomina, ja keskellä muodoltaan viimeistelty versio. Kaikki hahmon vaatteet ja varusteet käytiin läpi ZBrushin työkalujen avulla, ja myös hahmon vartaloa ja erityisesti kasvoja paranneltiin vielä. Ajoittain pyydettiin tutuilta peligraafikoilta palautetta hahmosta, ja saadun palautteen perusteella tehtiin muutoksia hahmon ulkonäköön.



Kuva 7. Yksinkertaistettu esitys hahmon tarvikkeiden veistoprosessista ja valmiiksi veistetyistä hahmosta. Oikeanpuoleisessa hahmossa näkyvät lisäksi eri materiaaleille viimeistelyvaiheessa annetut värit.

Tässä veistovaiheessa hahmolle päätettiin myös lisätä vyö, vaikka alkuperäiseen konseptiin sitä ei oltukaan tehty. Näin aseiden huottra saatiin paremmin sidottua kiinni muuhun hahmoon, eikä hahmon takin vyötärö näyttänyt enää niin paljaalta verrattuna muuhun yksityiskohtaiseen varustukseen. Tätä vyön tarvetta ei vielä 2D-konseptointivaiheessa osattu ennakoida. Vasta kun hahmon 3D-malli alkoi muodostua, se oli helpompi huomata, kun hahmoa pääsi katsomaan eri kulmista. Asiat näyttivät usein hyvinkin erilaisilta, kun niitä pääsee katselemaan kolmiulotteisina, ja juuri tästä syystä kannattaakin aina olla valmis tekemään hahmoon muutoksia vielä konseptointivaiheen jälkeenkin.

Tässä työskentelyn vaiheessa haluttiin kiinnittää erityistä huomiota hahmon kasvojen ulkonäköön, sillä yleensä kasvot ovat ensimmäinen asia, jota ihmiset alkavat tarkastella. Laadukas kasvomalli on hyvän, uskottavan hahmon tärkeimpiä osia. Tässä vaiheessa ongelmia oli eniten silmäluomien mallintamisessa tarpeeksi hyvän näköisiksi, mutta onneksi siihen saatiin neuvoja toiselta peligraafikolta. Kun hahmon 3D-malliin lopulta oltiin tyytyväisiä, oli aika siirtyä eteenpäin.

#### 4.3.3 Hahmomallin valmistelu teksturointivaihetta varten

Kun hahmon veistettyä 3D-mallia alettiin valmistella seuraavia vaiheita varten, ensimmäinen askel oli merkitä hahmon eri materiaalit omilla väreillään. Tästä olisi hyötyä teksturointivaiheessa, kun kaikki hahmon tietystä materiaalista koostuvat osat voisi valita helposti ja nopeasti ja sitten teksturoida ne yhdellä kertaa.

Värien lisäämiseen on ZBrushissa kaksi tapaa: voidaan joko värjätä koko valittu esine yhdellä värillä tai sitten maalata esineen pintaa ZBrushin sivellintyökalujen avulla. Näitä molempia tapoja hyödynnettiin prosessissa. Ensiksi haluttu objekti värjättiin kokonaan yhdellä värillä, joka kuvasti sitä materiaalia, josta se suurimmaksi osaksi muodostuu. Sitten objektin muita materiaaleja olevat osat maalattiin niitä kuvaavilla väreillä. Esimerkiksi nahkainen vyö värjättiin ensin kokonaan oranssiksi, ja sitten vyön muutamat metalliset osat maalattiin sinisiksi. Tässä vaiheessa värivalintoja ei erityisesti tarvinnut miettiä, sillä ne tulisivat kyllä peittymään teksturointivaiheessa. Tärkeintä oli selkeästi ja tarkasti erottaa eri materiaaleista koostuvat osat toisistaan. Kuvaan 7 palaamalla voi nähdä tämän työvaiheen lopputuloksen.

Toinen asia, joka tässä vaiheessa kannattaa tehdä, on hahmon geometrian yksinkertaistaminen. Näin siitä tulee laskennallisesti kevyempi, ja esimerkiksi normaalikartan luominen nopeutuu huomattavasti.

Veistovaiheen lopuksi hahmossa oli monia miljoonia verteksejä. Syynä tähän oli polygo-nien määrää lisäävän Divide-käskyn runsas käyttö, jotta oli pystytty veistämään kaikki halutut yksityiskohdat. Samalla Divide-käskey oli kuitenkin luonut runsaasti geometriaa myös hahmon yksinkertaisempiin osiin, joissa sille ei ollut niin suurta tarvetta. Nyt kun tiedettiin, ettei hahmon muotoa enää muutettaisi, tätä geometriaa voisi yksinkertaistaa. Siksi käytettiin ZBrushista löytyvää Decimation Master -työkalua. Tämä työkalu muuttaa hahmon geometriaa älykkäästi niin, että se on tiheämpää siellä, missä muoto on monimutkaisempi, ja harvempaa siellä, missä yksityiskohtia ei juuri ole. Kappaleen verteksien määrää saa useissa tapauksissa vähennettyä jopa 90 prosenttia ilman että muoto merkittävästi muuttuu. Kannattaa kuitenkin huomioda se, että tämä työkalu luo kappaleelle kolmiopohjaisen topologian, jota on vaikea enää muokata. Siksi työvaihe pitää tehdä vasta veistämisen jo loputtua.

Decimation Master -työkalua käytettiin kaikkiin hahmon osiin, ja näin saatiin pudotettua hahmon verteksien määrä yli 40 miljoonasta vain reiluun kahteen miljoonaan. Verteksien

määrä ja hahmon tarkkuus on edelleen suuri, vaikkakin merkittävästi pienempi kuin aiemmin. Näin voidaan varmistaa se, että hahmon normaalikartasta tulee laadukas ja hyvännäköinen.

#### 4.4 Arvio veistämisvaiheen sujumisesta

Veistäminen työtapana on todella miellyttävä orgaanisia 3D-objekteja tehtäessä. Se tuntuu intuitiiviselta, ja sekä suurten muotojen muokkaaminen että pinnan pienten yksityiskohtien lisääminen on huomattavasti helpompaa kuin tavallisessa polygonimallinnuksessa. Tämä luomisen helppous innostaa usein kokeilemaan erilaisia asioita ja testaamaan niiden toimivuutta. Monien asioiden, esimerkiksi kasvojen, mallintaminen tuntuu niin paljon helpommalta ja luonnollisemmalta veistämällä, ettei sitä enää tahdo tehdä muilla menetelmillä.

On kuitenkin myönnettävä, että hard surface -objekteja tehtäessä veisto-ohjelmat eivät aina ole parhaimmillaan. Suorien linjojen, tasaisten pintojen ja teräväkulmaisten muotojen työstämisessä perinteisempien 3D-mallinnusohjelmien työkalut ovat yleensä kätevämpiä ja toimivat paremmin kuin veisto-ohjelmien vastaavat. Siksi päätös mallintaa osa Kuningattaren henkivartija -hahmon varusteista Blender-mallinnusohjelmalla oli tässä projektissa oikein hyvä. Toki hard surface -objekteja varmasti pystyy tekemään tehokkaasti myös veistämällä, kunhan vain oppii hyödyntämään annettuja työkaluja parhaalla mahdollisella tavalla. Myös veisto-ohjelmat tulevat tässä asiassa vastaan. ZBrush-ohjelman uudessa 4R8-versiossa on useita uusia ja pidemmälle kehitettyjä työkaluja, joista iso osa tukee erityisesti hard surface -objektien tekemistä (ZBrush Features, 2017).

ZBrush on todella monipuolinen ohjelma, ja veistotutuntuma siinä on erittäin hyvä verrattuna useisiin muihin veisto-ohjelmiin. Se on myös tehokas ja sisältää monia työskentelyä helpottavia työkaluja. Samaan aikaan ohjelma on kuitenkin melko monimutkainen, ja siinä on runsaasti opittavaa aloittelijalle. Lisäksi jotkin ominaisuudet, kuten objektien liikuttamiseen, skaalaamiseen ja pyörittämiseen tarkoitettu työkalu, eroavat esimerkiksi ZBrush 4R7-versiossa tarpeettomasti muiden 3D-ohjelmien vastaavista. Tämä voi entisestään nostaa kynnyksen opetella käyttämään ohjelmaa. Mutta kun perusasiat saa opeteltua ja työskentely alkaa sujua, nousevat ZBrushin parhaat puolet esiin.

Veistovaiheen valmistuttua Kuningattaren henkivartija -hahmo on tyydyttävän näköinen. Se muistuttaa konseptiaan ja alkuperäistä ideaa, lukuun ottamatta muutamaa veistovai-

heessa tarpeelliseksi havaittua muutosta, joiden toteuttaminen paransi hahmon ulkonäköä. Kasvot näyttävät saadun palautteen ansiosta hyvältä, ja vaatteet ja tarvikkeet toimivat hyvin yhdessä. Veistovaihe kuitenkin vei pidempään kuin ennalta oletettiin. Veistäessä tulee välillä takerruttua liiaksi pieniin yksityiskohtiin, mikä hidastaa prosessia. Kaikki työkalut eivät myöskään vielä ole täysin hallinnassa, mikä sekin toimi hidasteena.

Voi todeta, että veistäminen on erittäin tärkeä 3D-mallien tekemisen työvaihe nykyisin. Intuiivisuutensa ansiosta se tukee peligraafikkojen luovuutta mallinnusvaiheessa parhaalla mahdollisella tavalla ja tarjoaa hyvät työkalut uuden luomista varten. Lisäksi veistämällä objekteista saa tehtyä todella yksityiskohtaisia ja tarkkoja helpommin kuin muilla mallinnustavoilla. Vaikka veistämisen opettelu voikin välillä olla työlästä, on se kuitenkin sen arvoista, sillä omalla alallaan, orgaanisia asioita tehtäessä, on se erittäin hyvä työtapana.



## 5 Low poly -mallin tekeminen

Digitaalisesti veistämällä luodut hahmot ja esineet sisältävät usein miljoonia verteksejä ja ovat siksi aivan liian raskaita pelikäyttöön. Lisäksi niiden animointi on vaikeaa suuren verteksimäärän ja huonon topologian vuoksi. Tästä syystä tällaisesta high poly -mallista luodaan kevyempi, helpommin käsiteltävä low poly -versio. Sillä on sama yleismuoto kuin raskaammalla sisaruksellaan, mutta paljon vähemmän geometriaa. (Spencer 2008, 280.)

### 5.1 Low poly -mallin tekemisen periaatteita

Low poly -version tekemistä high poly -mallista kutsutaan nimellä retopo, koska siinä mallille luodaan uusi topologia. Se on siisti, optimoitu versio aiemmasta sopien paremmin käyttöön pelimoottoreissa. (Scherer 2011, 248.) Retopon tekemiseen on olemassa joitakin automaattisia ratkaisuja, kuten ZBrush-ohjelman Decimation Master, mutta nämä ratkaisut eivät vielä nykyisin osaa luoda objekteille varsinkaan animointiin kelpaavaa topologiaa. Siksi retopo-vaiheen joutuu vielä nykyisin useimmissa tapauksissa tekemään suurimmaksi osaksi käsin.

On muutamia seikkoja, joita tulee ottaa huomioon retopoa tehtäessä. Ensimmäinen niistä on se, kuinka paljon polygoneja valmiiseen malliin halutaan. Kannattaa miettiä sitä, mille alustalle peliobjektia ollaan tekemässä, sillä esimerkiksi mobiililaitteille tehdyissä peleissä polygonien määrän tulee olla paljon vähäisempi kuin uudemman konsolisukupolven peleissä. Myös se, miltä etäisyydeltä ja mistä suunnasta objektia pelissä katsotaan, on tärkeää. Esimerkiksi ylhäältäpäin kuvatuissa peleissä objektit kuvataan yleensä melko kaukaa ja niiden alapinnat eivät näy. Silloin kappaleissa kannattaa käyttää vain vähän geometriaa ja optimoida se niin, että niiden yläpinnat ovat alapintoja yksityiskohtaisempia. (Scherer 2011, 249.)

Mikäli mallinnettavaa objektia on tarkoitus animoida, tulee kappaleen topologiaan kiinnittää erityistä huomiota. Animaatioiden aikana muotoaan muuttaviin objektin osiin, esimerkiksi hahmojen kasvoihin, kannattaa lisätä enemmän geometriaa. Näin polygonien venymistä ei huomaa. Lisäksi on hyvä huomioida se, mihin suuntiin objektin osat taipuvat. Topologialla voi usein tukea tätä taipumista niin, ettei pinta liikuteltaessa mene itsensä sisään. (Spencer 2008, 205.)

Kolmas retopoa tehtäessä huomioitava seikka on nelikulmioiden käyttäminen. On todella hyvä asia, mikäli topologia koostuu nelikulmioista. Ne ovat kolmioita parempia animoinnin kannalta, venyminen ei liiaksi näy niissä ja niitä on helpompi hallita. Myös geometrian lisääminen ja poistaminen on silloin helpompaa. Aina välillä objektin geometriaan voi joutua lisäämään kolmioita, mutta kannattaa ehdottomasti suosia nelikulmioita siellä missä pystyy. (Scherer 2011, 249.)

Kun low poly -malli on saatu valmiiksi, pitää sille vielä tehdä UV-kartta ennen kuin voidaan siirtyä teksturointivaiheeseen. Tästä työvaiheesta käytetään yleisesti nimeä unwrap, sillä 3D-mallin pinta ikään kuin kääritään auki 2D-tasolle, jotta mallin pintaan voidaan lisätä halutut 2D-tekstuurit. Prosessi aloitetaan merkitsemällä mallin pintaan saumat niihin kohtiin, joista se halutaan avata, ja sitten sijoittamalla saadut osat 2D-tasoon UV-kartaksi. Tämän UV-kartan päälle maalataan sitten valitussa teksturointiohjelmassa halutut tekstuurit objektille, ja kartan avulla ne sijoittuvat oikein 3D-mallin pintaan. (Totten 2012, 89.) Kuten retopon, myös unwrap-vaiheen voi tehdä automaattisesti erinäisten 3D-sovellusten avulla, mutta tässäkin manuaalisella työtavalla saa usein parempaa jälkeä aikaan. Asiansa osaava tekijä pystyy piilottamaan saumat ja sijoittamaan objektin osat UV-kartalle huomattavasti tehokkaammin kuin automaattiset ohjelmat. Näin lopputuloksesta tulee siistimpi ja tekstuuritila tulee käytettyä tehokkaammin.

## 5.2 Blender retopo- ja unwrap-työkaluna

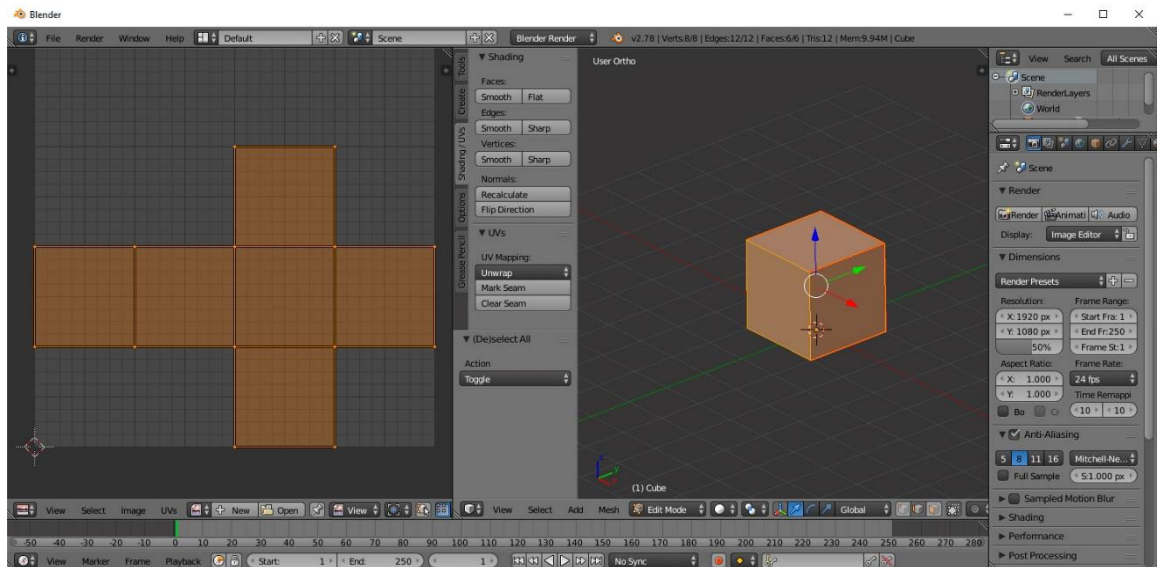
Blender on todella monipuolinen työkalu, jolla voi muun muassa mallintaa, veistää, tehdä UV-karttoja, animoida ja renderöidä. Se on yhteisön kehittämä ja täysin ilmainen myös kaupallisia projekteja tehtäessä. (Brito 2010, 27.) Muun muassa siitä syystä erityisesti pienet tiimit ja yksittäiset artistit usein valitsevat sen työkalukseen. Pelihahmoja luotaessa Blender on käyttökelpoinen työkalu esimerkiksi retopo- ja unwrap-vaiheissa. Toki näitä vaiheita varten on olemassa monia muitakin mahdollisia työkaluja, mutta tässä projektissa päätettiin käyttää Blenderiä, sillä siitä on eniten käyttökokemusta, ja siksi työskentely on sujuvaa.

Blenderissä on muutamia vaihtoehtoja retopon toteuttamiseen. On erilaisia hyödynnettäviä modifier-työkaluja, automaattinen decimate-vaihtoehto sekä useita Internetistä ladattavia plug in -liitännäisiä, joista voi olla apua. (Thorn 2014, 248.) Tässä projektissa käytettiin kuitenkin yleisintä, manuaalista ja siten todella hallittavaa tapaa tehdä retopo Blenderissä.

Kun retopo-vaiheen aloittaa Blenderillä, ensimmäinen askel on tuoda 3D-mallin high poly -versio Blenderin 3D-näkymään. Sitten näkymään lisätään uusi objekti, esimerkiksi kuutio, joka kannattaa nimetä kuvaavasti esimerkiksi retopo-objektiksi. Kuution geometria poistetaan niin, että jäljelle jää tyhjä objekti, ja varsinainen työskentely voidaan aloittaa. Ensiksi laitetaan päälle Surface snapping -toiminto. Se saa retopo-objektiin lisätyt ja siinä liikutellut verteksit asettumaan samaan tasoon 3D-näkymässä olevan high poly -objektin pinnan kanssa. Sitten vain aletaan luoda retopo-objektin pinnan verteksejä ja polygoneja manuaalisesti. Yksi hyvä tapa on luoda uusia verteksejä painamalla ctrl-näppäintä ja hiiren oikeaa nappia yhtä aikaa, ja sitten yhdistää näistä vertekseistä polygoneja valitsemalla halutut verteksit ja painamalla f-näppäintä. Myös esimerkiksi extrude-komentoa, joka lisää vanhaan geometriaan uutta, voi hyödyntää retopo-prosessissa.

Koko työskentelyn ajan kannattaa muistaa se, että tarkoituksena on saada tehtyä objektille hyvä, kevyt topologia, joka tukee myös animointia, ja sijoittaa uusi geometria näiden periaatteiden mukaan. Erityisesti kannattaa kiinnittää huomiota siihen, että low poly -malli noudattaa high poly -version korkeimpia ja matalimpia kohtia ja siten mukailee sen siluetin muotoa parhaalla mahdollisella tavalla (Thorn 2014, 239.) Tällä tavoin työskennellen käydään läpi koko retopo-objekti niin, että lopulta on valmiina hyvätasoinen low poly -versio alkuperäisestä high poly -mallista.

Seuraava vaihe on tehdä tälle low poly -objektille UV-kartta eli unwrapata se. Blenderissä se tapahtuu yleensä niin, että näkymä on jaettu kahteen osaan: 3D-näkymään ja UV/Image Editor -näkymään, josta tässä käytetään lyhempää nimitystä 2D-näkymä. Kuva 8 havainnollistaa tätä.



Kuva 8. Blenderin unwrap-näkymä. Vasemmalla on 2D-näkymä ja siinä kuution UV-kartta, ja oikealla 3D-näkymä ja siinä kuution 3D-malli.

Unwrap-vaiheen alussa Blenderin 3D-näkymässä merkataan objektille saumat sopivimpiin kohtiin. Sitten valitaan halutut polygonit ja unwrapataan ne valitsemalla Unwrap-toiminto, jolloin nämä polygonit ilmestyvät 2D-näkymään. Mikäli muoto oli tarpeeksi yksinkertainen ja saumat hyvin sijoitettuja, pitäisi polygonien asettua tyydyttävästi siihen. Jos muoto kuitenkin oli jollain tapaa monimutkainen, saattaa 2D-näkymän polygoneissa olla päällekkäisyyttä tai venymiä. Niitä voi korjata joko parantamalla saumojen asettelua tai 2D-näkymän työkaluilla, kuten siirtämällä ja pyörittämällä verteksejä ja polygoneja.

Kun unwrap on tällä tavoin saatu tehtyä kaikille objektin osasille ja ne kaikki ovat tyydyttävässä kunnossa 2D-näkymässä, on aika sijoittaa ne hyväksi UV-kartaksi. Koska isojen tekstuurien käyttäminen vaatii enemmän muistia, halutaan pelialalla yleensä käyttää pienikokoisia tekstuureja mahdollisimman tehokkaasti. Siksi objektin osaset kannattaa sijoittaa 2D-pinnalle tiiviisti. On hyvä myös huomioida se, että vähemmän näkyvissä oleville osille, esimerkiksi kengänpohjille, voi antaa vähemmän tilaa UV-kartassa, jotta tärkeämmät osat, kuten kasvot, saisivat enemmän tekstuuripinta-alaa ja niistä voisi tehdä yksityiskohtaisempia. (Banninga 2004.)

### 5.3 Kuningattaren henkivartija -hahmon low poly -mallin tekeminen

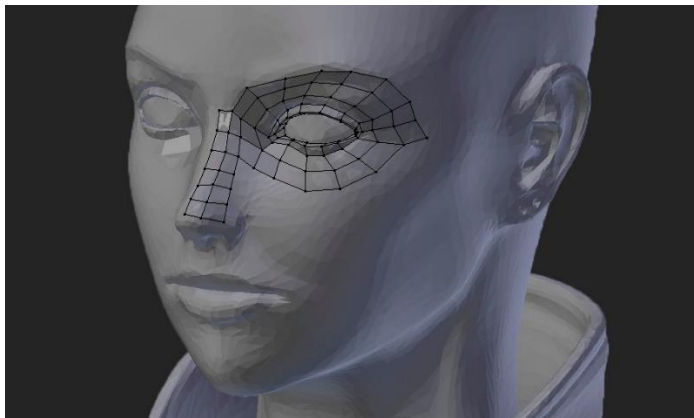
Kuningattaren henkivartija -hahmon low poly -mallin tekemisen ensimmäinen askel oli hahmon high poly -version tuominen ZBrushista Blenderiin. Sen geometriaa oli hieman

yksinkertaistettu Decimation Master -työkalun avulla, jotta Blenderin toiminta ei hidastuisi liian monien verteksien vuoksi. Sitten hahmon retopo-mallin ja UV-kartan tekeminen voitiin aloittaa.

### 5.3.1 Hahmon mallintaminen

High poly -hahmon päälle alettiin mallintaa low poly -versiota eli tehdä retopoa edellä kuvattujen työtapojen mukaisesti. Surface Snapping -toiminto, joka sijoittaa uuden geometrian high poly -objektin pinnalle, laitettiin päälle ja low poly -objektiin lisättiin yhä uusia verteksejä ja muodostettiin niistä polygoneja.

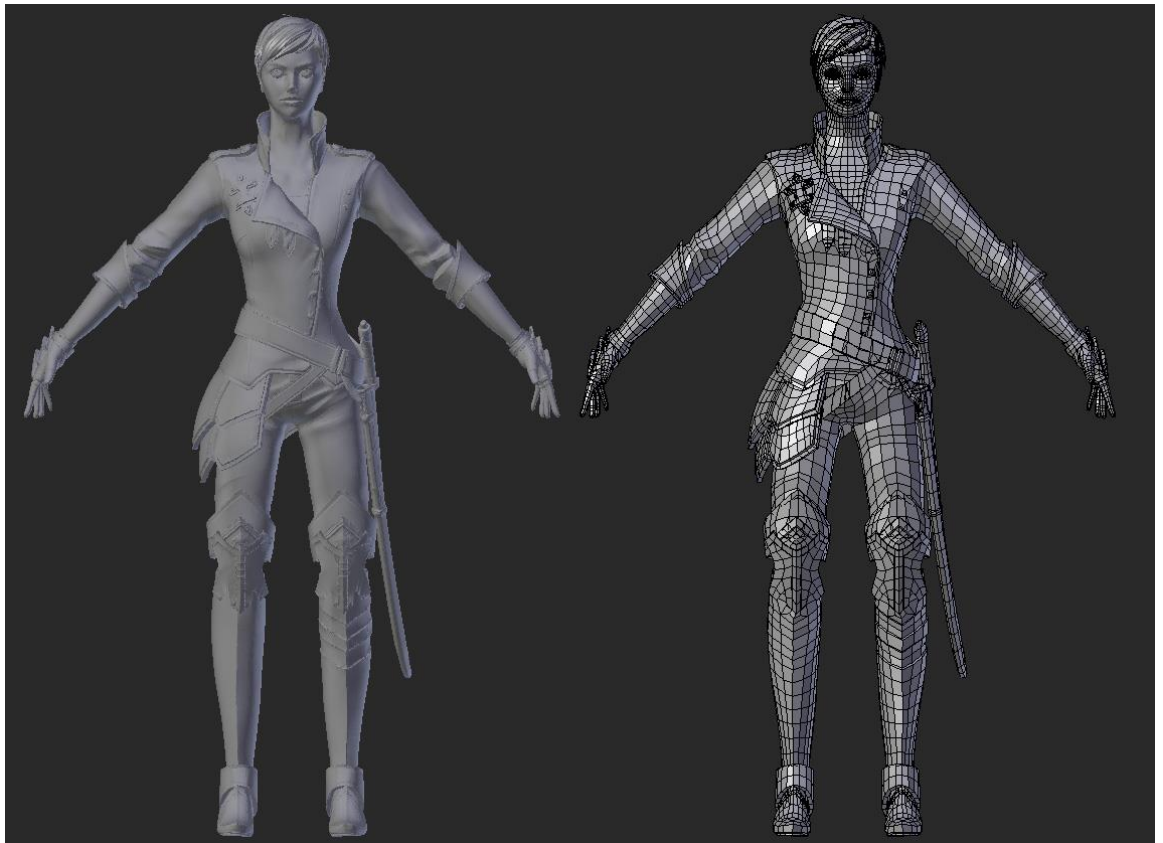
Työskentelyn ensimmäinen kohde olivat hahmon kasvot. Kuvassa 9 ovat näkyvillä työvaiheen ensimmäiset hetket. Suurimmaksi osaksi näkyvissä on vielä veistämällä tehty high poly -malli, vain silmien alueella on esillä retopo-version yksinkertaisempaa geometriaa. Koska hahmon kasvot ovat symmetriset, päätettiin tässä vaiheessa hyödyntää Blenderin Mirror-työkalua, jonka avulla hahmon kasvojen oikean puolen geometria saatiin peilattua vasemmalle. Tätä työkalua käytettiin kaikissa muissakin hahmon symmetrisissä osissa, kuten käsivarsissa ja jaloissa.



Kuva 9. Hahmon retopon tekemisen aloittaminen

Hahmon 3D-mallin kaikki osat käytiin huolellisesti läpi ja tehtiin niistä retopo-versiot aloittaen päästä, käsivarsista ja jaloista ja edeten kohti keskiruumista. Se oli epäsymmetrisyytensä ja monien vaate- ja asustekerrostensa vuoksi työskentelyn monimutkaisin osuus. Myös hahmon hiusten tekeminen vaati vaivannäköä, sillä niissä oli paljon yksittäisiä hius-tupsuja, jotka kaikki vaikuttavat hahmon siluettiin. Kun kaikki tämä oli lopulta saatu mallinnettua, tehtiin vielä muutamia tarkistuksia Blenderin valintatyökalujen avulla. Retopo-

mallista etsittiin kaikki polygonit, joissa oli enemmän kuin neljä kulmaa. Niiden geometriaa muutettiin niin, että niistä tuli kolmi- ja nelikulmioita, kuten hyvässä 3D-mallissa kuuluu olla. Sitten etsittiin kaikki ne objektin verteksi- ja edge-rakenteet, joilla ei ole paksuutta eli jollaisia ei todellisuudessa voi olla olemassa. Nämä kohdat korjattiin, ja näin retopo-vaihe saatiin pitkällisen työskentelyn jälkeen valmiiksi. Valmiissa mallissa on noin 12 000 polygonia, mikä on kohtalaisen suuri määrä pelihahmolle, mutta kuitenkin vain murto-osa high poly -mallin polygonimäärästä. Kuvassa 10 oikealla näkyy valmis retopo-malli ja vasemmalla on vertailun vuoksi alkuperäinen high poly-versio hahmosta.



Kuva 10. Vasemmalla hahmon high poly -malli ja oikealla valmis retopo-versio siitä.

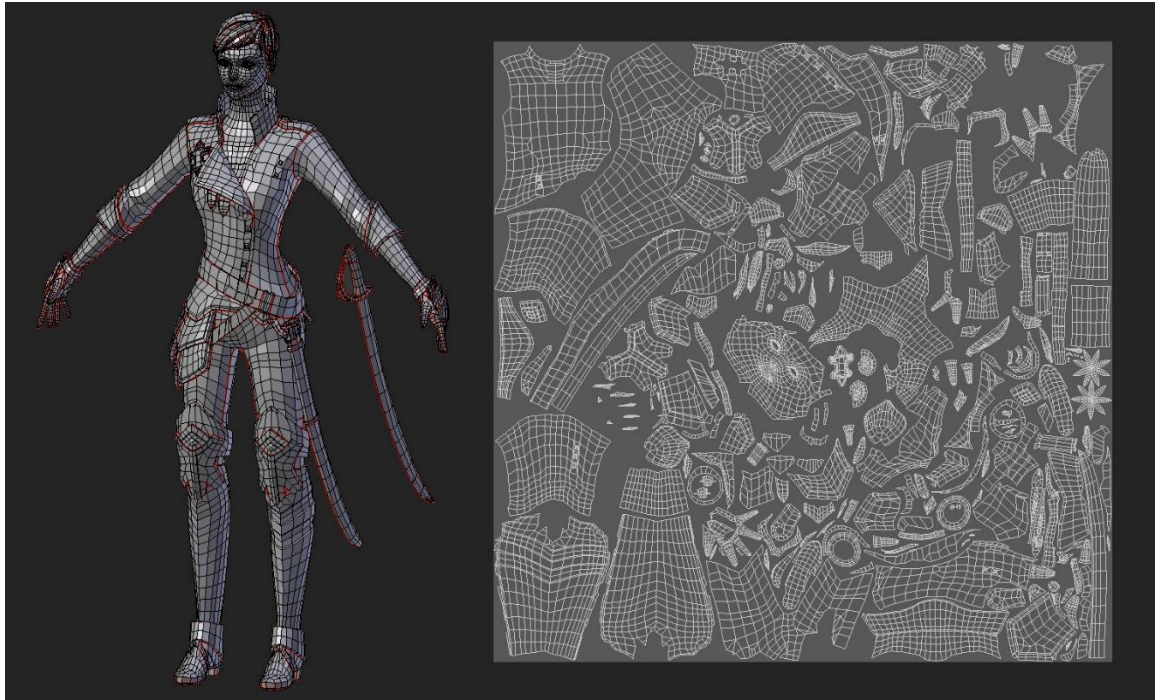
### 5.3.2 Hahmon uv-kartan tekeminen

Seuraava tehtävä oli unwrapata hahmo eli tehdä sille UV-kartta. Ensiksi hahmolle tehtiin saumat sinne, missä ne olivat tarpeen ja missä ne sai piilotettua hyvin, esimerkiksi eri materiaalien vaihtumiskohtiin tai niihin kohtiin, missä vaatekappaleiden saumat todellisuudessaakin ovat. Kuvassa 11 vasemmalla näkyy saumojen sijoittuminen hahmossa.

Saumojen sijoittelua tässä projektissa helpotti se, että hahmo tullaan teksturoimaan Substance Painter -ohjelmalla, jolla tekstuurit maalataan suoraan hahmon pintaan. Silloin saumojen sijainnilla ei ole juurikaan merkitystä, koska niiden päälle on helppo maalata eivätkä ne erotu muista kohdista. On kuitenkin mahdollista, että esimerkiksi normaalikarttaa tehtäessä joitakin ongelmia esiintyy. Siksi on hyvä pelata varman päälle ja piilottaa saumakohdat siellä missä pystyy, jotta myöhemmin ei tarpeettomasti synny ongelmia.

Kun hahmon saumat oli saatu tehtyä, oli aika valita koko hahmo ja käyttää Unwrap-toimintoa. Näin hahmon kaikki osat saatiin esille Blenderin 2D-näkymään. Tässä vaiheessa tarkistettiin Blenderin Stretch-toiminnon avulla, ettei UV-kartan osissa ollut pahoja venymiä, jotka tekisivät hahmon tekstuurin osista epätarkkoja. Stretch-toiminto näyttää kartan hyvälaatuiset osat tummansinisinä, mutta venyneet osat ovat vihreitä tai jopa punaisia riippuen venymisen määrästä. Hahmon UV-kartan venyneet osat korjattiin, osa niistä muokkaamalla kappaleiden verteksien sijaintia UV-näkymässä ja osa muuttamalla saumojen sijoittelua paremmaksi.

Seuraavaksi UV-kartan eri osia alettiin asetella 2D-näkymässä niin, että ne olisivat siinä mahdollisimman tiiviisti ja tilaa säästävästi. Näin välttyttäisiin liian suurilta, laskennallisesti raskailta tekstuureilta. Kuvassa 11 oikealla näkyy hahmon valmis UV-kartta. Se voi näyttää jokseenkin sekavalta, ja esimerkiksi takin eri osia on mahdollisesti vaikea hahmottaa. Mikäli hahmo teksturoitaisiin 2D-kuvankäsittelyohjelman kuten Photoshopin avulla, tämä olisi huono asia. Objektin eri osien maalaaminen on työlästä, jos on vaikeaa saada selville, mitkä 2D-pinnan alueet vastaavat mitään 3D-objektin polygoneja. Substance Painter-ohjelman kanssa työskenneltäessä se ei kuitenkaan ole ongelma, sillä siinä materiaalit ja tekstuurit voi maalata suoraan hahmon pintaan UV-kartasta välittämättä. Substance Painter itse sijoittaa nämä värit taustalla UV-kartan 2D-pinnalle.



Kuva 11. Vasemmalla punaisella näkyvät hahmoon sijoitetut saumat, ja oikealla on kuva valmiista UV-kartasta.

#### 5.4 Arvio low poly -vaiheen sujumisesta

Retopon tekeminen on hidas, itseään toistava ja ajoittain jopa turhauttava työvaihe veistämisen ja teksturoinnin välissä. Se on hyvin manuaalista työtä, suvantovaihe enemmän luovuutta vaativien vaiheiden välissä. Ikävää on se, että usein retopo katkaisee aiemmissa vaiheissa syntyneen flow-tilan eli luovaan työhön liittyvän virtauskokemuksen, jossa asiat etenevät sujuvasti. Retopo-vaiheen suurin ongelma on sen pitkä kesto. Mikäli 3D-malli sisältää paljon monimutkaisia yksityiskohtia, voi low poly -mallin tekeminen viedä useita työpäiviä, ja silloin innostus tähän työtehtävään alkaa laskea. Näin kävi ikävä kyllä myös Kuningattaren henkivartija -hahmoa mallinnettaessa.

On myönnettävä, että retopo-työvaiheessa Blender ei ole kaikkein ideaalein ohjelma. Siinä ei ole erityisen paljon tähän työvaiheeseen sopivia työkaluja eikä sopivia, hyvälaatuisia plug in -liitännäisiä onnistuttu löytämään. Blenderillä työskentelyn puolesta puhuu ainoastaan se, että siitä on aiempaa kokemusta ja siksi sen kanssa työskentely voi olla nopeampaa ja sujuvampaa kuin muilla 3D-ohjelmilla. Tämä on toki iso asia, mutta mikäli jatkossa tulee vastaan näin suurta työmäärää vaativia retopo-tehtäviä, voi olla parasta



siirtyä käyttämään jotain toista paremmin retopo-vaiheeseen soveltuvaa ohjelmaa. Esimerkiksi 3D Coat -ohjelmassa vaikuttaisi olevan kohtalaisen monipuoliset ja kehutut retopo-työkalut (Keman 2016). Lisäksi tulevaisuudessa retopon tekemiseen on toivottavasti tulossa yhä parempia automaattisia ratkaisuja.

Vaikka työvaihe turhautti ja vei pitkään, on lopputulos onneksi kuitenkin tyydyttävä. Mallin topologia on yleisesti ottaen hyvä ja tukee animaatioiden tekemistä, ja vaikka kolmioita jonkin verran onkin, ovat ne pienikokoisia ja jossain määrin piilotettuja. Suurin heikkous retopo-lopputuloksessa ovat ehkä hiukset, joihin monimutkaisen muodon vuoksi tuli suhteessa enemmän kolmioita kuin muualle hahmoon.

Retopo-vaiheen ongelmista huolimatta veistosta retopon tekemisen kautta teksturointiin etenevä työjärjestys on kuitenkin yksi parhaista tai jopa paras, kun tehdään animoitavia 3D-videopeliobjekteja kuten pelihahmoja. Veistovaiheen edut ovat niin suuret, että retopo-vaiheen pitkävyisyys ja aikaa vievyys on hinta, jonka siitä on valmis maksamaan.

Unwrap-vaihe sujui huomattavasti retopon tekemistä kevyemmin. Vaikka sekin on melko tekninen vaihe, on se kuitenkin nopeampi suorittaa, eikä siksi toista itseään niin paljon. Lisäksi tässä työvaiheessa Blenderin käyttäminen on hyvä päätös, sillä se sisältää kaikki tarpeelliset työkalut helppokäyttöisinä. Iso etu Blenderissä tämän työvaiheen tekemiseen on myös se, että 3D-malliin voi tehdä pieniä korjauksia vielä unwrap-vaiheen jälkeenkin ilman että UV-kartta siitä merkittävästi kärsii, toisin kuin joissakin muissa 3D-ohjelmissa. Blenderissä on kuitenkin myös yksi selkeä heikkous: 2D- ja 3D-näkymät ovat kiinteästi samassa ohjelmaikkunassa, eli työskentelyä ei voi jakaa kahteen ikkunaan. Tämän vuoksi työskentelytila on jokseenkin ahdas ja siksi hieman ikävä käyttää.

Unwrap-vaiheen tekemiseen on lisäksi olemassa joitain käyttökelpoisia automaattisia ratkaisuja. Sellainen löytyy esimerkiksi 3D Coat -ohjelmasta. Eivät ne vielä ole aivan niin hyviä ja tilaa säästäviä kuin manuaalinen UV-kartan tekeminen, mutta mikäli aikataulu on tiukka ja teksturointi tapahtuu 3D-maalamalla eikä 2D-kuvankäsittelyohjelmassa, kannattaa niiden käyttöä harkita.

## 6 Teksturointi

Tekstuureilla on suuri rooli 3D-objektien teossa, sillä erilaisten tekstuurikarttojen avulla objektille voi lisätä värejä ja kuvioita, kiiltoa ja karheutta ja jopa pieniä pinnanmuotoja. Ne antavat objektille haluttua luonnetta, tekevät siitä persoonallisen ja saavat sen tuntumaan aidommalta, olemassa olevalta asialta kuin mihin pelkkä harmaa 3D-malli pystyy. Nykyisin videopeliobjekteille voidaan tehdä yhä realistisemmän näköisiä materiaaleja, kun laskentatehot paranevat. Siitä syystä PBR (Physically Based Rendering) eli valon fyysiseen toimintaan perustuva renderöintitapa on yleistynyt ja hyvä jokaisen peliartistin tuntee.

### 6.1 Teksturoinnin periaatteita

PBR tarkoittaa sitä, että 3D-objektien materiaalit käyttäytyvät realistisesti ja reagoivat valoon aina samalla tavoin kuin todelliset esineet. Objektilla on useita eri tekstuurikarttoja, jotka määrittävät esimerkiksi sen väriä ja kiiltävyyttä ja joiden avulla tietokone laskee, miltä objektin eri osat missäkin valaistuksessa näyttävät. (Wilson 2015a.)

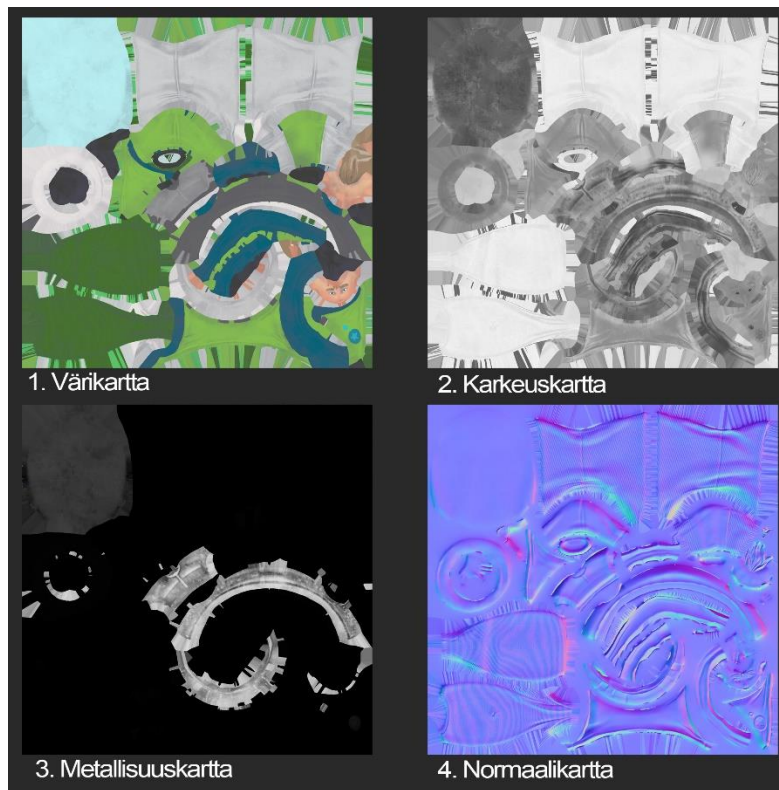
PBR itsessään on kohtalaisen väljä käsite, ja siksi onkin olemassa useita erilaisia tapoja yhdistää eri tekstuurikarttatyppejä realistisen lopputuloksen aikaansaamiseksi. Niistä yleisimmät ovat Metallic workflow ja Specular workflow. Ensin mainittu työtapaa vaatii kolme tekstuurikarttaa toimiakseen. Ne ovat väri-, metallisuus- ja karkeuskartat. Jälkimmäinen puolestaan hyödyntää värikarttaa, kiiltokarttaa ja heijastuskarttaa. Lisäksi kumpikin työtapaa hyödyntää usein myös normaalikarttaa, jonka avulla pinnan geometrian saa näyttämään yksityiskohtaisemmalta kuin se todellisuudessa onkaan. (McDermott 2014.) Molemmat työtavat tuottavat hyvin samanlaisen, realistiselta vaikuttavan lopputuloksen. Niiden suurin ero on siinä, että Specular workflow -työtavassa heijastusten tasoa pystyy hallitsemaan paremmin, kun taas hieman huonommin hallittava Metallic workflow käyttää vähemmän muistia ja on ehkä siksi hieman useammin käytössä pelialalla. (Wilson 2015b.) Myös Kuningattaren henkivartija -hahmoa teksturoitaessa oli käytössä Metallic workflow, ja sen vuoksi seuraavaksi paneudutaankin tarkemmin juuri tämän työtavan toimintaan.

### 6.1.1 Metallic workflow -tekstuurikartat

Metallic workflow -työtapaan sisältyy kolme tekstuurikarttaa, väri-, karkeus- ja metallisuus-kartat. Kuvassa 14 on näkyvissä esimerkit kaikista näistä karttatyypeistä sekä normaali-kartasta. Näistä kartoista ensimmäinen, värikartta, kertoo minkä värinen 3D-objekti mistäkin kohtaa on ilman mitään valo- tai varjoinformaatiota. Objektin värejä määritettäessä tulee muistaa, ettei lähestulkoon mikään maailmassa oikeasti ole pikimustaa tai vitival-koista, ja siksi äärimmilleen kirkastettuja tai tummennettuja värejä ei realistista vaikutel-maa tavoiteltaessa pidä käyttää. (Pettit 2015.)

Karkeuskartta puolestaan kuvaa sitä, kuinka karkea objektin pinta on mikroskooppisen pienellä tasolla. Mitä karkeampi pinta, sitä enemmän pinnasta heijastuva valo hajoaa eri suuntiin ja sitä epäselvempi heijastus on siinä kohdassa. Esimerkiksi puuvillakangas on tällä tavalla karkeaa, eikä siitä siis heijastu minkäänlaista peilikuvaa. Peilipinta puolestaan on mikroskooppisella tasolla hyvin sileä, ja siksi se tuottaa selkeän terävän heijastuksen. Karkeuskartan kanssa voi leikitellä ja kokeilla erilaisia arvoja, sillä todellisuudesta löytyy sekä erittäin karkeita että todella sileitä pintoja, joten tämän kartan arvojen säätämiseen ei ole mitään rajoituksia. (McDermott 2014.)

Kolmas kartta eli metallisuuskartta kertoo sen, onko materiaali metallia vai ei eli heijas-tuuko valo siitä samalla tavoin kuin metallisista esineistä todellisuudessa. Tätä karttaa tehdessä tulee muistaa, että objekti yleensä selkeästi joko on tai ei ole metallia, ja siksi kartassa kuuluu käyttää vain pikimustaa väriä kuvaamaan ei-metallisia osia ja vitival-koista kuvaamaan metallisuutta. Harmaan sävyjä kannattaa käyttää ainoastaan niissä kohdissa, joissa jokin asia, esimerkiksi pöly, osittain peittää metallia. (McDermott 2014.)



Kuva 12. Esimerkki 3D-objektin väri-, karkeus- ja metallisuuskartoista sekä normaalikartasta.

#### 6.1.2 Normaalikartta

Koska pelimoottorit eivät edelleenkään yleensä pysty laskennallisesti käsittelemään miljoonia polygoneja sisältäviä peliobjekteja tarpeeksi nopeasti, on otettu käyttöön normaalikartta. Kuvassa 12 alaoikealla on näkyvissä esimerkki sellaisesta. Normaalikartan avulla pystytään huijaamaan low poly -objektin geometria näyttämään huomattavasti monimutkaisemmalta kuin se todellisuudessa on. Kartan eri värit kertovat, mihin suuntaan 3D-objektin pinnan normaalit missäkin kohdassa osoittavat, ja noihin muotoihin 3D-ympäristön valaistus osaa reagoida. Tällä tavoin tämä kuvatiedosto lisää 3D-objektiin informaatiota pinnanmuodoista, joita geometriassa ei todellisuudessa ole olemassa. (Ward 2008, 117—118.)

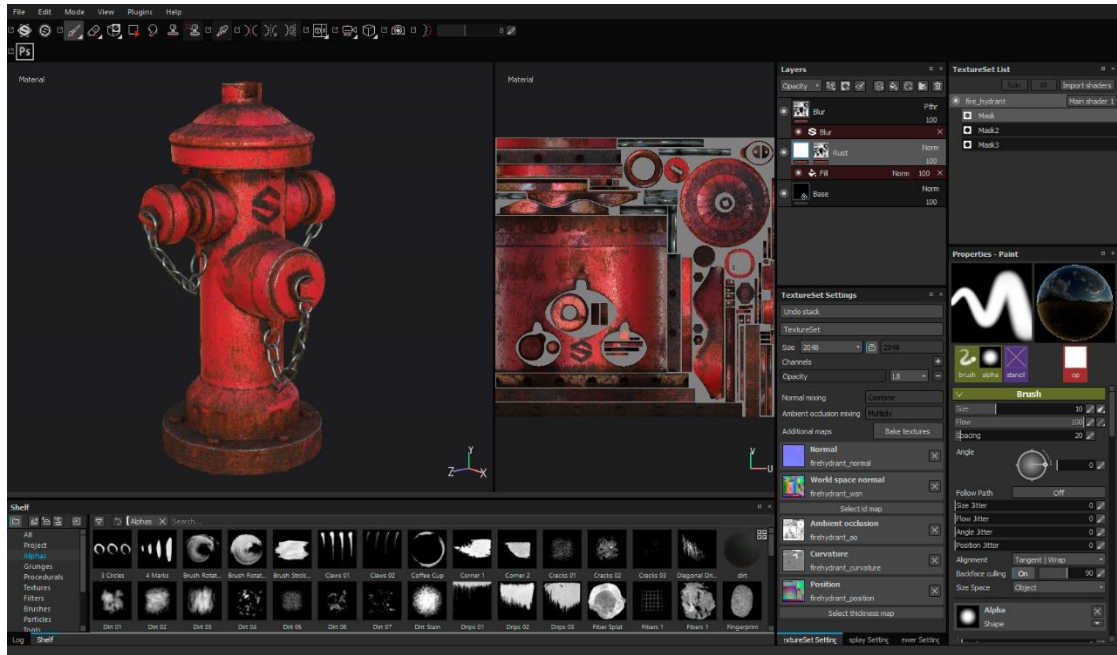
Normaalikarttaa käytetään yleensä pinnan pienten muotojen ja yksityiskohtien esittämiseen. Suuria muutoksia ei sen avulla pidä yrittää tehdä, sillä normaalikartta ei todellisuudessa vaikuta 3D-objektin geometriaan. Sivusta katsottuna mallin pinta on yhä tasainen.

(Scherer 2011, 169.) Tämä ei haittaa, mikäli kyse on pienistä muutoksista, mutta jos tarkoituksena oli tehdä jotain suurempaa, illuusio särkyi. Kannattaa siis miettiä tarkoin, missä kohdissa normaalikarttaa voi käyttää ja milloin paras ratkaisu on suosiolla mallintaa muoto 3D-objektiin.

Yleensä normaalikarttaa käytetään siihen, että 3D-objektin high poly -versiosta siirretään informaatiota pinnanmuodoista objektin low poly -versioon. Se tapahtuu niin, että jollekin sopivalle 3D-ohjelmalle, esimerkiksi Substance Painterille, annetaan tehtäväksi laskea high poly -objektin normaalit. Tämän informaation perusteella ohjelma luo 2D-kuvan, normaalikartan, ja kartta yhdistetään 3D-objektin kevyempään low poly -versioon. Näin objekti saadaan huijattua raskaamman versionsa näköiseksi ilman, että vaaditut laskentatehot merkittävästi nousevat. (Scherer 2011, 167—169.) Normaalikartta on todella yleinen työkalu erityisesti PC- ja konsolipeleissä. Useimpiin mobiilipeleihin se on vielä liian raskas ja dynaamisen valaistuksen puutteen vuoksi tarpeeton.

## 6.2 Substance Painter teksturointityökaluna

Substance Painter on Allegorithmic-yhtiön kehittämä 3D-objektien PBR-maalaamiseen tarkoitettu ohjelma, jota voi halutessaan käyttää myös renderöintiin. Kuvassa 13 on näkyvillä ohjelman käyttöliittymä. Se koostuu 3D- ja 2D-näkymistä, joissa teksturoitavan objektin pintaa voi maalata ja nähdä muutokset reaaliaikaisina. Lisäksi käyttöliittymä sisältää paljon muitakin ikkunoita, kuten valikoiman erilaisista käytettävistä työkaluista, näkymän objektille luoduista tekstuurikartoista sekä ikkunan, jossa voi säätää käytettävän siveltimen asetuksia. (Substance Painter – 3D Painting Software 2016.)



Kuva 13. Substance Painter -ohjelman käyttöliittymä

Kun aloittaa 3D-objektin työstämisen Substance Painter-ohjelmassa, usein ensimmäinen askel on antaa ohjelman laskea objektille erilaisia tekstuurikarttoja, jotka voivat olla kätevä apu teksturoinnissa ja renderöinnissä. Näitä karttoja on yleensä ainakin neljä erilaista. Ensimmäinen niistä on Ambient Occlusion-kartta, joka kertoo, mitkä osat objektista ovat varjoisimpia. Toinen on Curvature-kartta, joka sisältää informaation siitä, kuinka koveria tai kupera objektin eri osat ovat. On myös World Space Normal -kartta, joka kertoo mihin suuntaan pinnan normaalit 3D-avaruudessa osoittavat. Neljäs karttatyyppi on Thickness-kartta, josta löytyy tietoa siitä, kuinka ohuita tai paksuja objektin eri kohdat ovat. Näitä karttoja voi hyödyntää esimerkiksi silloin, kun halutaan vaikkapa sijoittaa sammalta objektin varjoisimpiin kohtiin tai tehdä objektin osien reunoista kuluneempia. (Substance Designer User Guide - Bakers 2014.) Tällaisten karttojen lisäksi tässä työvaiheessa luodaan myös objektin normaalikartta.

Automaattisten karttojen luomisen jälkeen työskentelyssä siirrytään varsinaiseen teksturointivaiheeseen. Siinä eri materiaaleja lisätään 3D-objektin pintaan joko erilaisilla siveltimillä maalaten tai sitten kokonaisia kerroksia värjäten ja erilaisia maskeja eli materiaalin osittain piilottavia työkaluja hyödyntäen. Substance Painterissa kaikki nämä toiminnot voi tehdä suoraan 3D-objektin pinnalle, ja 2D-näkymästä ja UV-kartasta ei tarvitse välittää. Saumat eivät näy, koska niiden päälle pystyy maalaamaan, eikä tarvitse miettiä, mikä kohta UV-kartassa vastaa mitään kohtaa itse 3D-objektissa. (Hatton 2016.) Tämä tuntuu huomattavasti helpommalta ja intuitiivisemmalta työtavalta kuin 2D-kuvankäsittelyohjelmalla teksturoiminen ja muutosten tarkastelu erillisessä 3D-ohjelmassa.

Kun objekteja teksturoi Substance Painterilla, voi useita objektin PBR-tekstuurikarttoja muokata yhtäaikaaisesti. Objektin pintaan voi esimerkiksi maalata kiiltävää, mustaa metallipintaa, jossa on myös korkeusinformaatiota, esimerkiksi naarmuja. Tämä vaikuttaa yhtäaikaisesti neljään eri tekstuurikarttaan, ja lisäksi muutokset näkyvät reaaliajassa. (Substance Painter – 3D Painting Software 2016.) Esimerkiksi Photoshopilla teksturoitaessa nämä asiat eivät ole mahdollisia, vaan kaikkia tekstuurikarttoja joutuu muokkaamaan erikseen ja sitten tarkistamaan 3D-ohjelmassa, ovatko muutokset toimivia. Se on huomattavasti hitaampi työtapa ja myös alttiimpi virheille, sillä usein yksittäisten tekstuurikarttojen sisältämää informaatiota voi olla vaikea ymmärtää, ja esimerkiksi normaalikartan muokkaaminen on todella vaikeaa ilman avustavia plug in -liitännäisiä.

Substance Painter sisältää monenlaisia työkaluja, joita voi hyödyntää teksturoinnissa. Valikoimasta löytyy muun muassa monia käyttövalmiita materiaaleja ja maskeja. Usein ne hyödyntävät objektille automaattisesti luotuja tekstuurikarttoja, kuten Curvature- ja Thickness-karttoja, ja sijoittavat halutut materiaalit ja esimerkiksi naarmut ja pölykerrokset automaattisesti sopiviin osiin objektissa. Myös erilaisia siveltimiä, tekstuurikuvioita sekä monia muita työkaluja on suuret valikoimat. Kaikkia niitä voi itse muokata ja luoda myös uusia. (Substance Painter – 3D Painting Software 2016.) Esimerkiksi Allegorithmic-yhtiön toinen tuote, Substance Designer -ohjelma, on siinä hyvä työkalu. Lisäksi Substance Painter sisältää kehuttuja partikkelisiveltimiä. Ne ovat työkaluja, jotka lisäävät 3D-näkömään partikkeliefektejä kuten sadetta, ja vaikuttavat 3D-objektin ulkonäköön. Sadetta luova partikkelisivellin esimerkiksi jättää objektiin kiiltäviä, määrän näköisiä kohtia ja valumia, kun taas eräs toinen sivellin kykenee luomaan objektiin säröjä kuin rikkoutuneeseen lasiin. (Finch 2015.) Kaikki nämä työvälineet yhdessä muodostavat laajan kirjaston, josta on suuri apu teksturoinnissa ja joka voi nopeuttaa työskentelyä huomattavasti.

Maininnan arvoinen seikka Substance Painter -ohjelmassa on se, että sillä työskentely on non-destruktiivista, eli tehdyt muutokset eivät ole lopullisia, vaan aiempiin vaiheisiin pystyy palaamaan ja muokkaamaan tekstuurin kaikkia osia kaikissa työn vaiheissa. Tämä on tekijä, joka erottaa Substance Painterin useimmista muista reaaliajassa suoraan 3D-pinnalle maalaamiseen perustuvista teksturointiohjelmista, esimerkiksi 3D Coat -ohjelmasta. Substance Painterin non-destruktiivinen toiminta perustuu pääasiassa siihen, että eri materiaalit sijoitetaan omille layer-pinnoilleen eli omiksi, erikseen muokattaviksi kerroksikseen. Lisäksi Substance Painter tallentaa tehdyt muutokset, esimerkiksi siveltimenvedot, 3D-tilassa. Näiden ominaisuuksien ansiosta kaikkiin objektin ja tekstuurin osiin voi tehdä muutoksia koska tahansa, ja jopa objektin UV-karttaa voi muuttaa kesken työskentelyn. (Substance Painter Features - UV Reprojection 2015.) Myös tekstuurin resoluutiota voi

vaihtaa milloin tahansa. Tämä on erittäin hyvä ominaisuus, sillä Substance Painter vaatii koneelta kohtalaisen paljon laskentatehoa. Matalaresoluutuisen, nopeammin laskettavan tekstuurin kanssa työskentely on huomattavasti nopeampaa ja miellyttävämpää, ja tekstuurin kuitenkin voi edelleen tallentaa suurikokoisena kuvatiedostona. (Finch 2015.)

Substance Painter-ohjelma on käytössä monissa peli- ja elokuva-alan projekteissa (Substance Painter – 3D Painting Software 2016), ja lisäksi se on saanut useita hyviä arvosteluja. Kehutun käyttötuntumansa ja yleisyytensä vuoksi sitä päätettiin käyttää myös Kuningattaren henkivartija -hahmon teksturoinnissa.

### 6.3 Kuningattaren henkivartija -hahmon teksturoiminen

Kuningattaren henkivartija -hahmon teksturoiminen aloitettiin tuomalla hahmon low poly -malli Substance Painter -ohjelmaan ja määrittämällä, että hahmolle luodaan PBR-tekstuurit Metallic workflow -työtavalla.

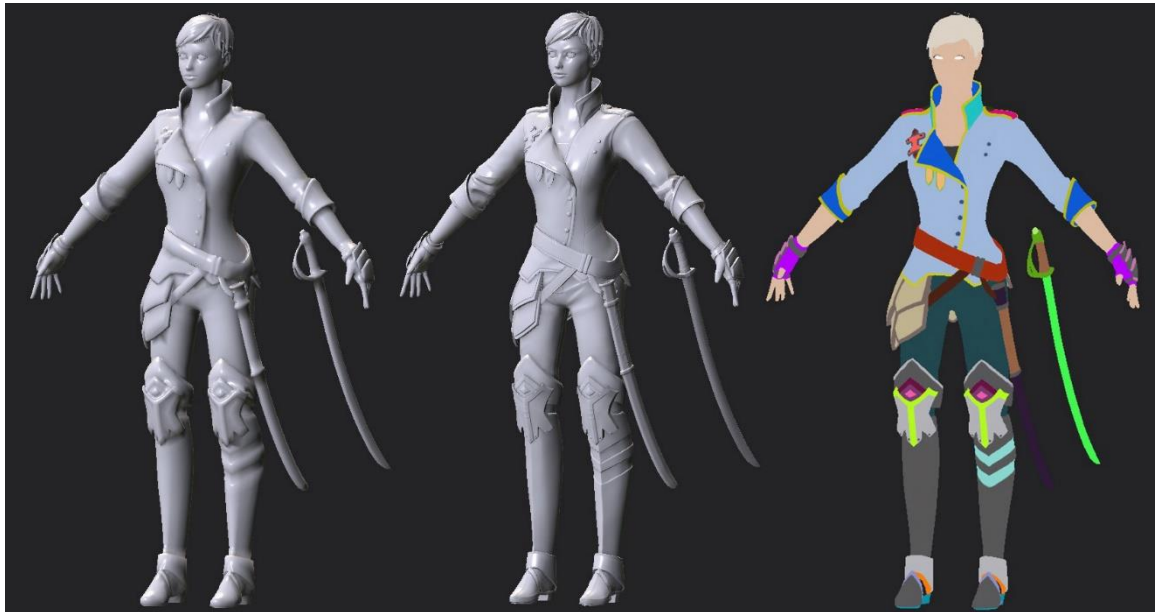
#### 6.3.1 Normaalikartan ja muiden automaattisten karttojen tekeminen

Teksturointiprosessi aloitettiin luomalla hahmomallille automaattiset kartat. Ensiksi Substance Painter -ohjelmalle kerrottiin, mistä hahmomallin high poly -versio löytyy. Sitä käyttäen ohjelma loi hahmon low poly -versiolle normaalikartan sekä teksturointivaiheessa hyödynnettävät Ambient Occlusion-, Curvature-, World Space Normal- ja Thickness-kartat. Kuvassa 14 näkyy hahmomalli ennen ja jälkeen näiden karttojen luomisen, suurimmat eroavaisuudet näiden vaiheiden välille syntyvät normaalikartasta. Lisäksi kuvassa oikeanpuolimmaisena näkyy hahmon ID-kartta. Substance Painter loi sen hahmomallille aiemmin ZBrushissa annettujen värien perusteella. ID-kartta on hyödyllinen teksturointivaiheessa. Sen avulla voi yksinkertaisesti lisätä hahmomallille sopivan materiaalin ja sitten valita, minkä väriseen ID-kartan osaan materiaalin tahtoo sijoittaa. Esimerkiksi ID-kartan vaaleansinisiin kohtiin voi sijoittaa valkoista kangasmateriaalia, ja näin helposti värjätä hahmon takin valkoiseksi.

Substance Painterissa on nykyisin mahdollista luoda tekstuurikarttoja, joiden koko on jopa 8192x8192 pikseliä, ja myös Kuningattaren henkivartija -hahmolle päätettiin tehdä niin suuret kartat. Useimmiten on hyvä periaate tehdä digitaalisista kuvista ja tekstuureista varalta suurikokoisia. Niitä pystyy tarpeen tullen pienentämään, kun taas suurentaminen



ei yleensä onnistu helposti. Lisäksi hahmosta haluttiin saada hyvälaatuisia renderöityjä kuvia, ja silloin korkearesoluutioiset tekstuurit voivat olla tarpeen.



Kuva 14. Kuningattaren henkivartija -hahmomalli vasemmalla ennen normaalikartan ja muiden automaattisten tekstuurikarttojen luomista ja keskellä sen jälkeen. Oikealla näkyy hahmon ID-kartta.

### 6.3.2 Muiden tekstuurikarttojen tekeminen

Seuraavaksi siirryttiin varsinaiseen teksturointivaiheeseen. Ensimmäinen tehtävä oli asettaa pohjamateriaalit paikoilleen. Se tapahtui yksinkertaisesti valitsemalla jokin sopiva valmis materiaali, esimerkiksi ruskea nahka. Siihen tehtiin halutut hienosäädöt ja sitten valittiin hahmon ID-kartasta se kohta, johon materiaali haluttiin sijoittaa, esimerkiksi vyö. Tällä tavoin työskennellen hahmolle asetettiin kaikki sopivat materiaalit. Tuloksen voi nähdä kuvassa 15 vasemmalla.

Kun pohjamateriaalit oli saatu laitettua, siirryttiin eteenpäin ja alettiin tehdä yksityiskohtia hahmon tekstuuriin. Kaikki osat käytiin läpi, värisävyjä säädettiin paremmiksi ja esimerkiksi kuluneisuutta ja likaa lisättiin sopiviin kohtiin niin, että hahmo alkoi muuttua todellisemman oloiseksi ja persoonallisemmaksi. Erityisesti kasvojen ihoon panostettiin, sillä renderöintivaiheessa suunnitelmassa oli mahdollisesti renderöidä myös lähikuva hahmon kasvoista. Lisäksi katsojien huomio luonnollisesti kiinnittyy eniten kasvoihin, ja siksi niihin

on hyvä panostaa. Tämän teksturointivaiheen aikana katsottiin apua joistakin tutoriaalivideoista, joilla annettiin vinkkejä työskentelyyn. Erityisesti Magdalena Dadela -nimisen peliartistin opeista oli runsaasti hyötyä. Kun säätöjä oli tehty tarpeeksi ja yksityiskohtia lisätty, oli hahmon tekstuuri lopulta valmis. Lopputuloksen voi nähdä kuvassa 15 oikealla.



Kuva 15. Vasemmalla hahmon tekstuuri, kun pohjamateriaalit on laitettu paikoilleen, ja oikealla valmiiksi teksturoitu hahmo.

#### 6.4 Arvio teksturointivaiheen sujumisesta

Kuningattaren henkivartija -hahmon teksturoiminen sujui hyvin. Substance Painter tuntuu erittäin hyvältä työkalulta PBR-tekstuurien tekemiseen, sillä se tukee työskentelyn eri vaiheita mainiosti. On käytännöllistä, että teksturointiin käytettävässä ohjelmassa itsessään voi automaattisesti luoda tarvittavat kartat, kuten normaali-, Curvature- ja Thickness-kartat. Lisäksi se tapahtuu kohtalaisen yksinkertaisesti. Kun 3D-objektia ja karttojen kuvatiedostoja ei tarvinnut siirrellä ohjelmasta toiseen, oli työskentelyn aloittaminen sujuvaa.

Materiaalien asettaminen hahmoon objektin ID-kartan avulla on kätevää. Lisäksi näiden materiaalien ominaisuuksia, kuten väriä ja kiiltävyyttä, pystyy non-destruktiivisen työskentelyn ansiosta muokkaamaan vielä myöhemminkin. Tämä tekee eri vaihtoehtojen kokei-

lusta ja hienosäädöstä mutkatonta ja tukee työskentelyä hyvin. Myös yksityiskohtien lisääminen objektiin eri työkalujen, kuten erilaisten maskien ja siveltimien, avulla on helppoa ja miellyttävää. Näitä työkaluja on tarjolla niin runsas valikoima, että useimmissa tapauksissa valinnanvaraa riittää.

Teksturointivaiheessa hieman ikävää oli se, että Substance Painter on melko raskas ohjelma. Kun haluttiin työskennellä esimerkiksi kasvojen pienten yksityiskohtien parissa, piti tekstuurin resoluutiota 3D-näkymässä nostaa. Silloin työskentely muuttui kankeammaksi, kun koneen laskentatehot eivät tahtoneet riittävästi. Asiassa olisi saattanut auttaa se, että Blenderillä objektia mallinnettaessa olisi annettu hahmon eri osille omia materiaaleja. Substance Painter -ohjelmassa näitä eri materiaaleilla merkattuja ryhmiä olisi ollut mahdollista piilottaa. Jos vain pieni osa objektista olisi kerralla näkyvissä, laskentatehoja tarvittaisiin vähemmän ja työskentely olisi miellyttävämpää. Kuningattaren henkivartija -hahmoa tehtäessä ei kuitenkaan ikävä kyllä tultu tehneeksi näin.

Hahmon tekstuuria tehtäessä UV-karttaa olisi eräässä vaiheessa haluttu optimoida paremmaksi, jotta tekstuuritarkkuus olisi saatu korkeammaksi. Hahmon UV-kartan vaihtaminen ei kuitenkaan onnistunut. Siinä vaiheessa, kun karttaa yritettiin vaihtaa, oli hahmolle lisätty jo niin paljon erilaisia tekstuurikarttoja ja -kerroksia, että vaihtaminen aiheutti runsaasti ongelmia niiden välisille suhteille. Asiaan etsittiin apua Internetistä ja joitakin ratkaisuja löydettiin, mutta loppujen lopuksi UV-kartan vaihtoaikasta päätettiin luopua tehtävän haastavuuden vuoksi. Mikäli kokemusta ohjelman käytöstä olisi ollut enemmän, olisi tässä ehkä onnistuttu. Nyt ongelma oli taitotasoon nähden niin monimutkainen, että päätettiin luovuttaa. Tämä kokemus ikävä kyllä osoittaa sen, että non-destruktiivinen työtapana ei ehkä aina toimikaan, jos kyseessä ovat mutkikkaat tekstuuriverkostot, joissa monet asiat ovat riippuvaisia toisistaan.

Muutamista ongelmista huolimatta tämän vaiheen jälkeen voi todeta, että Substance Painter on työkaluna erittäin hyvä. Suoraan 3D-pintaan maalaaminen ja kaikkien tekstuurikarttojen yhtäaikainen muokkaaminen on paljon intuitiivisempaa ja helpompaa kuin perinteisemmällä 2D-kuvankäsittelyohjelmalla teksturoiminen. Sen vuoksi PBR-tekstuurikarttoja tehtäessä on Substance Painterin tai vastaavan 3D-teksturointiohjelman käyttö ehdottoman suositeltavaa. Se nopeuttaa ja yksinkertaistaa työskentelyä niin merkittävästi, että uuden ohjelman opetteluun vaatima vaiva on saatuihin hyötyihin verrattuna häviävän pieni.

## 7 Hahmon saattaminen esityskuntoon

Kun hahmomalli ja sen tekstuurit on saatu valmiiksi, on hahmoartisti yleensä työnsä tehnyt, ja toinen työntekijä alkaa valmistella hahmoa animaatioiden tekemistä varten. Kunin-gattaren henkivartija -hahmoa ei kuitenkaan aiota animoida. Tarkoituksena on ainoastaan luoda sille Blender-ohjelmassa yksinkertainen rigi, jonka avulla hahmoa voi asettaa joi-hinkin poseerauksiin. Sitten hahmosta renderöidään muutamia esittelyyn sopivia kuvia Marmoset Toolbag -nimisessä renderöintiin tarkoitettussa ohjelmassa. Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi nuo työvaiheet, mutta niihin ei syvennyttä. Se ei ole tarpeen hahmoar-tistin työhön paneutuvassa opinnäytetyössä, sillä etenkin suuremmissa pelialan yrityk-sissä nuo tehtävät ovat toisten henkilöiden vastuualuetta.

### 7.1 Hahmon rigin tekeminen ja poseeraaminen

Mikäli 3D-objektin muotoa tai asentoa haluaa muuttaa animointia tai poseerauksia varten, täytyy objektille luoda rigi eli digitaalinen luuranko. Se yhdistetään objektin 3D-malliin ja sitä liikutellaan halutulla tavalla.

3D-objektin rigin tekeminen aloitetaan luomalla yksi rigin perusosa, luu, ja siitä lähtien yhä uusia luita, kunnes perusluuranko saadaan valmiiksi. Usein ihmis- ja eläinhahmojen rigi jopa muistuttaa todellista luurankoa, koska luut ja niiden väliset nivelet tulee oikeaoppis-ten animaatioiden luomiseksi sijoittaa samankaltaisesti kuin ne ovat todellisuudessaakin. Tästä yhteneväisyydestä huolimatta kannattaa kuitenkin aina pohtia sitä, mitä hahmon tai objektin pitää pystyä tekemään. Tullaanko esimerkiksi hahmon sormia tai kasvoja animoi-maan, ja kuinka läheltä hahmon animaatioita katsotaan? Jos jotkin rigin ominaisuudet ovat tarpeettomia, ei niitä kannata erikseen tehdä. Se vie turhaan aikaa ja vaivaa, ja mo-nimutkainen rigi vaatii myös enemmän laskentatehoa pelimoottorissa. (Totten 2012, 159—163.)

Kun kaikki tarvittavat luut on luotu, on seuraava askel nimetä ne kuvaavasti ja määritellä niiden keskinäiset suhteet eli se, miten ne seuraavat toistensa liikkeitä. Jos esimerkiksi olkavarren luuta liikutetaan, tulee muiden käsivarren luiden seurata perässä. (Totten 2012, 158, 160-161.) Tässä vaiheessa voi myös halutessaan näiden deformaatioluiden

lisäksi luoda uusia, niiden kontrolloimiseen tarkoitettuja luita. Se voi helpottaa poseerausten ja animaatioiden tekemistä erityisesti silloin, jos rigi on monimutkainen. Tämä ei kuitenkaan aina ole tarpeen, ainakaan kaikkien luiden tapauksessa. (Thorn 2014, 192.)

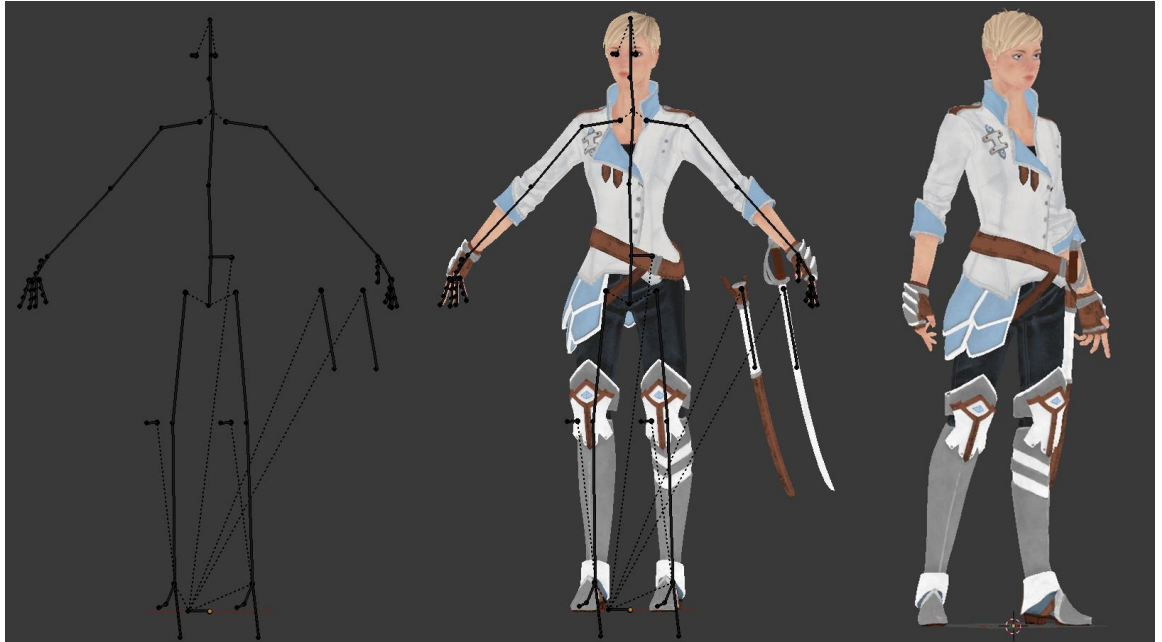
Seuraava työtehtävä on luodun rigin yhdistäminen objektin 3D-malliin niin, että ne liikkuvat yhdessä, kun rigiä liikutetaan. Blender-ohjelmassa tämä tapahtuu Weight painting -työkalujen avulla. Ensiksi valitaan haluttu luu, ja sitten erilaisilla maalaustyökaluilla valitaan ne verteksit, jotka liikkuvat tätä luuta liikuttaessa. Tällä tavoin käydään läpi kaikki rigin luut, kunnes ollaan tyytyväisiä lopputulokseen. Tämän vaiheen voi tehdä myös automaattisesti, mutta yleensä sitä joutuu vielä käsin parantelemaan tyydyttävän lopputuloksen aikaansaamiseksi. (Totten 2012, 184.) Näiden vaiheiden jälkeen voi rigiä liikuttelemalla luoda hahmolle poseerauksia ja se on valmis myös animoitavaksi.

Tässä työskentelyn vaiheessa kuningattaren henkivartija -hahmolle luotiin yksinkertainen rigi, jonka voi nähdä kuvassa 16 vasemmalla. Työstettävään rigiin tehtiin mahdollisuus liikutella hahmon sormia, sillä joissain renderöitävissä kuvissa hahmon halutaan ehkä pitelevän sapelia kädessään. Kasvojen ilmettä taas ei voi muuttaa, sillä sitä ei tässä tapauksessa koettu tarpeelliseksi ominaisuudeksi. Ainoastaan pään asentoon ja katseen suuntaan voi vaikuttaa. Hahmon sapelille ja huotralle annettiin omat luut, jotta ne voi aina sijoittaa haluttuihin paikkoihin tai tarvittaessa piilottaa kokonaan. Lisäksi hahmon polviin lisättiin niiden kontrollointiin tarkoitettut luut, mutta muita kontrollointiluita ei lisätty. Niitä ei pidetty tarpeellisina, sillä tälle hahmolle on tässä vaiheessa tarkoituksena luoda vain kaksi yksinkertaista poseerausta.

Rigin tekemisen jälkeen yhdistettiin hahmon 3D-mallin verteksit rigin luihin. Ensiksi tämä yhdistäminen tehtiin automaattisesti, ja sitten sitä vielä paranneltiin niistä paikoista, joissa se oli tarpeen. Tämä oli kohtalaisen helppo prosessi kolmesta syystä. Ensinnäkin hahmon vaatteet ja varusteet ovat melko ihonmyötäisiä ja seuraavat siis tarkoin luiden liikkeitä. Lisäksi rigi on melko yksinkertainen eikä sisällä mitään erikoisia luita. Kolmanneksi hahmolle oli tarkoituksena tehdä ainoastaan yksinkertaisia poseerauksia, joissa raajoja ei merkittävästi liikuteltaisi eikä huomattavia venymiä siis juurikaan tapahtuisi.

Kun nämä vaiheet oli saatu valmiiksi, voitiin siirtyä luomaan hahmolle sopivia poseerauksia. Niitä oli tarkoitus tehdä kaksi, ensimmäinen koko hahmon esittelyä varten ja toinen ylävartalon ja erityisesti kasvojen esittämiseksi. Poseerauksista ensimmäisen voi nähdä kuvassa 16 oikealla. Siinä hahmolle haluttiin antaa luonnollinen seisoma-asento, jota voi

kuvata useasta eri suunnasta ja jossa hahmo vaatteineen ja varusteineen erottuu edukseen. Toisessa poseerauksessa keskityttiin ylävartalon ja pään edustavaan asetteluun. Kun poseerauksiin oltiin tyytyväisiä, voitiin siirtyä eteenpäin.



Kuva 16. Kuningattaren henkivartija -hahmon rigi yksinään sekä yhdessä hahmomallin kanssa. Oikealla rigin avulla tehty valmis poseeraus.

## 7.2 Hahmon renderöinti

Renderöinti eli kuvantaminen tarkoittaa prosessia, jossa kaikesta 3D-näkymään sisältyvästä informaatiosta, kuten 3D-objekteista, tekstuureista ja valaistuksesta, luodaan pikseleistä koostuva 2D-kuva. Tapauksesta riippuen se voi olla reaaliaikaista tai ennalta tehtyä. (Slick 2017.) Kuningattaren henkivartija -projektissa tarkoituksena on renderöidä ennalta muutamia esittelykelpoisia kuvia valmiista hahmosta.

On olemassa monia 3D-ohjelmia, joilla renderöinnin voi tehdä. Tässä projektissa päätettiin käyttää Marmoset Toolbag -nimistä ohjelmaa. Se on renderöintiin, animaatioiden tekemiseen ja automaattisten tekstuurikarttojen luomiseen tarkoitettu ohjelma, joka sisältää monia renderöinnissä hyödyllisiä työkaluja ja jonka pitäisi vielä lisäksi olla kohtalaisen helppokäyttöinen (Marmoset Toolbag – Features 2016).

Renderöinnin aluksi siirrettiin Kuningattaren henkivartija -hahmon poseeraukseen asetettu 3D-malli sekä kaikki tekstuurikartat Marmoset Toolbagiin. Sitten hahmon eri osille

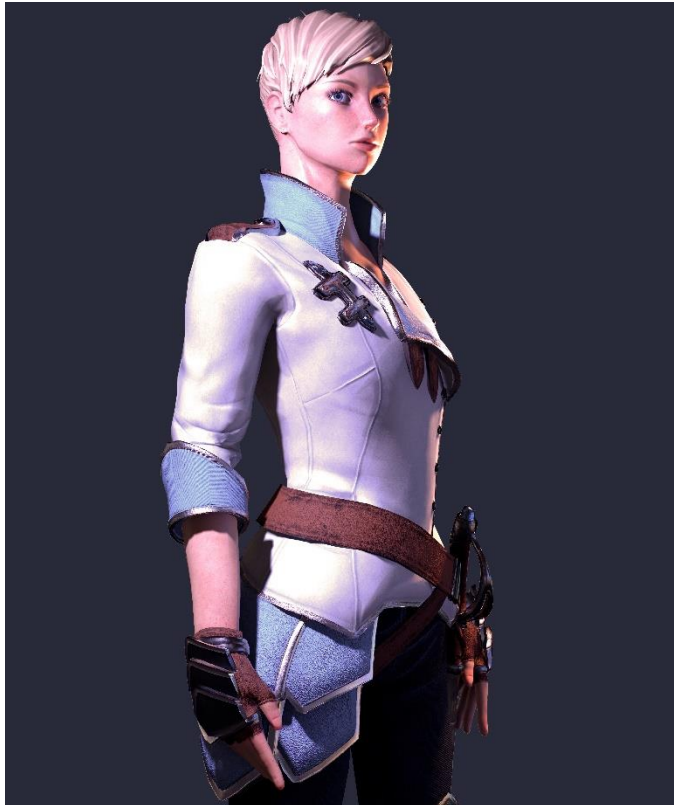
vielä annettiin hieman erilaisia ominaisuuksia sisältäviä materiaaleja. Näistä tärkein oli iholle annettu materiaali, johon lisättiin subsurface scattering -ominaisuus. Se tekee ihosta hieman läpikuultavan niin, että valo pääsee kulkemaan sen lävitse. Esimerkiksi vastavaloissa hahmon korvat hohtavat ominaisuuden ansiosta punaisina kuten ihmisillä todellisuudessaakin. Tämä lisää vahvasti hahmon ihomateriaalin antamaa realistista vaikutelmaa. (Understanding Subsurface Scattering - Capturing the Appearance of Translucent Materials 2014.)

Materiaalien asettamisen jälkeen etsittiin edustavimmat kuvakulmat hahmosta ja käynnistettiin renderöinti, joka vei vain muutamia kymmeniä sekunteja. Lopuksi renderöidyt kuvat siirrettiin vielä Photoshop-kuvankäsittelyohjelmaan viimeisiä hienosäätöjä varten. Siellä muokattiin hieman esimerkiksi värejä ja kontrastia esillepanon parantamiseksi.

Kuvat 17 ja 18 ovat valmiita otoksia hahmosta. Mikäli kuvia haluaa tarkastella suurempina ja parempilaatuisina, ne löytyvät myös tämän opinnäytetyön Liitteet-osiosta.



Kuva 17. Valmiit renderöidyt kokovartalokuvat Kuningattaren henkivartija -hahmosta.



Kuva 18. Valmis renderöity kuva Kuningattaren henkivartija -hahmon kasvoista ja ylävar-  
talosta.

### 7.3 Lopputuloksen arviointi

Kun renderöidyt kuvat olivat valmiita, oli aika pysähtyä tarkastelemaan aikaansaannoksia ja arvioimaan suoritusta. Huolimatta siitä, että työprosessin aikana oli joitakin ongelmia esimerkiksi retopon tekemisen ja tekstuurikarttojen kanssa, on lopputulos tyydyttävä. Hahmo näyttää siltä, mitä alun perin lähdettiin tavoittelemaan, ja esittelee tekijänsä taitotasoa todenmukaisesti. Lisäksi sen voi liittää osaksi peligraafikon portfolioa. Myös siihen seikkaan voi olla tyytyväinen, että vaikka jotkin työn osat veivätkin suunniteltua pidempään, kokonaisuutena projekti pysyi ennalta suunnitellussa aikataulussa.

Projektin toteuttamisessa olivat suureksi avuksi aiemmat kokemukset ja erityisesti työharjoittelu, joka opetti paljon. Harjoittelusta saatujen oppien perusteella hahmon luomisesta tuli onnistunut kokemus, ja harjoitteluohjaajan antama palaute ja neuvot tulevat varmasti auttamaan jatkossakin.



Projektin merkittävimpiä positiivisia seikkoja on ollut se, että hahmontekoprosessi oli pääosin samanlainen kuin pelialan yrityksissäkin. Siksi tämä oli erittäin hyvä oppimiskokemus, jonka aikana taidot näiden ohjelmien käyttämiseen syvenivät merkittävästi. Käytännön oppiminen ja kokemuksen kerääminen ovat parhaita keinoja omien taitojen kartuttamiseen. Lisäksi prosessin aikana kerätyistä kokemuksista ja ohjelmien esittelystä on toivottavasti apua myös tämän opinnäytetyön lukijoille.

## 8 Yhteenveto ja pohdinta

Kuten jo aiemmin on todettu, 3D-hahmon luontiprosessi käsittää useita erilaisia vaiheita. Nämä vaiheet konseptoinnista veistämisen ja retopon kautta teksturointiin ja aina valmiin render-kuvan tuottamiseen asti seuraavat tiiviisti toisiaan ja rakentuvat aina edellisen päälle. Niistä useimpia varten on olemassa omat, parhaiten soveltuvat työkalut ja ohjelmat, joista jokaisella on omat vahvuutensa ja heikkoutensa.

Tämän opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa hahmon idea ensiksi terävöitettiin ja kerättiin referenssimateriaalia suunnittelun lähtökohdaksi. Sitten luotiin konseptikuvia, joista ensimmäiset olivat tyyppilliseen tapaan nopeita, suuntaansa hakevia luonnoksia ja myöhemmät yhä tarkempia ja kehittyneempiä esityksiä hahmosta. Lopulta suunnitelmaan oltiin tyytyväisiä. Tässä työvaiheessa hyödynnettiin Photoshop-kuvanmuokkausohjelmaa, joka sopii piirtämiseen hyvin ja oli siksi pätevä työkalu.

Veistovaiheessa suunnitelma sai ensimmäistä kertaa kolmiulotteisen muodon. Se luotiin venyttämällä ja työstämällä yksinkertaisia 3D-muotoja kuin savea. Työskentely oli miellyttävää ja intuitiivista, kun topologiasta ei vielä tarvinnut huolehtia. Työvaiheessa käytettiin ZBrush-ohjelmaa, joka oli hyvin tehokas ja sisältää runsaasti käyttökelpoisia työkaluja. Samalla ohjelma on tosin jokseenkin monimutkainen, eikä se ole aina parhaimmillaan esimerkiksi hard surface -objektien tekemisessä. Näistä seikoista huolimatta työskentely sujui hyvin. Veistovaihe on erittäin tärkeä osa 3D-hahmojen luomista, sillä se tarjoaa perinteistä 3D-mallintamista enemmän vapautta ja intuitiivisemmat työkalut. Näin luovuus pääsee paremmin esille.

Hahmon topologia, joka veistovaiheessa voitiin jättää huomiotta, nousi retopo-vaiheessa työskentelyn keskipisteeksi. Silloin hahmolle luotiin uusi, kevyempi ja parempi geometria käyttäen Blender-ohjelmaa. Vaihe oli hidas ja työläs, ja työskentely erittäin manuaalista. Tähän työvaiheeseen kaivattaisiin kipeästi kokonaan tai edes osittain automaattista ratkaisua, joka nopeuttaisi mallintamista. Unwrap-vaihe oli onneksi vaivattomampi, ja siinä Blenderin työkalut olivat hyvin käyttökelpoisia.

Retopo-vaihetta seurasi teksturointivaihe, joka toteutettiin Substance Painter -ohjelmalla. Ensiksi luotiin erilaiset työskentelyä helpottavat kartat, kuten normaalikartta ja Curvature-kartta. Niiden avulla hahmo saatiin näyttämään yksityiskohtaiselta ja halutut materiaalit, esimerkiksi lika, pystytettiin sijoittamaan helposti sopiviin osiin hahmossa. Substance Painter oli erittäin hyvä työväline teksturointivaiheessa, sillä sen käyttö on kohtalaisen helppo

oppia ja se sisältää runsaasti hyviä työkaluja. Myös mahdollisuus maalata suoraan objektin pintaan ja useiden tekstuurikanavien, esimerkiksi värin ja metallisuuden, yhtäaikainen muokkaaminen ovat ominaisuuksia, jotka tekevät teksturointivaiheesta miellyttävän.

Hahmon rigin tekeminen toteutettiin Blenderillä ja renderöinti Marmoset Toolbag -nimisellä ohjelmalla, jotka molemmat olivat hyviä tehtävissään. Erityisesti jälkimmäinen loisti, sillä hahmon 3D-mallin ja tekstuurien siirtäminen ohjelmaan ja esimerkiksi valojen hallinta oli helppoa ja nopeasti opittavissa. Kun prosessi oli lopulta saatu valmiiksi, voitiin todeta, että se oli edennyt aikataulussa ja lopputulos oli tyydyttävä ja käyttökelpoinen.

Tämän opinnäytetyön hahmonluontiprosessin aikana käytettiin yhteensä viittä eri ohjelmaa. Nykyisin niitä on tarjolla runsaasti, ja on helppoa poimia kuhunkin käyttötarkoitukseen parhaat päältä. Lisäksi teknisiä rajoitteita on yhä vähemmän, kun tietokoneista tulee entistä suorituskykyisempiä. Siksi peleihin luodut objektit voivat olla entistä monimutkaisempia ja työkalut tehokkaampia. Tämä antaa lisää vapautta ja lisää luovuuden merkitystä työskentelyssä. Työnteko myös nopeutuu ja yksinkertaisempia vaiheita pystytään automatisoimaan. Muutoksia parempaan tapahtuu koko ajan. Siitä syystä on kannattavaa pysyä mukana kehityksessä ja kokeilla jatkuvasti uusia ohjelmia ja päivitettyjä työkaluja.

## LÄHTEET

### Kirjalliset lähteet:

Brito, Allan. (2010). *Blender 3D 2.49 – Architecture, Buildings and Scenery*. Packt Publishing

Mitchell, Briar Lee. (2012). *Game Design Essentials*. John Wiley & Sons, Incorporated

Rabin, Steve. (2009). *Introduction to Game Development*. Course Technology PTR

Scherer, Manuel. (2011). *ZBrush 4 Sculpting for Games, Beginner's Guide*. Packt Publishing

Spencer, Scott. (2008). *ZBrush Character Creation*. Wiley

Thorn, Alan. (2014). *Practical Game Development with Unity and Blender*. Cengage Learning PTR

Totten, C. (2012). *Game Character Creation with Blender and Unity*. John Wiley & Sons, Incorporated.

Ward, Antony S. (2008). *Game Character Development*. Course Technology

*ZBrush 4R6 – Getting Started*. (2012). ZBrush-ohjelman tehneen Pixologic-yrityksen opas ohjelman käytön aloittamiseen.

### Web-lähteet:

Banninga, Renier. (2004). UV Mapping Tips and Tricks. Web-dokumentti. Viitattu 15.6.2017. [http://www.gamasutra.com/view/feature/130484/uv\\_mapping\\_tips\\_and\\_tricks.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/130484/uv_mapping_tips_and_tricks.php)

Finch, Andrew. (2015). Review: Substance Painter. Web-dokumentti. Viitattu 4.7.2017. <http://www.creativeblog.com/software/substance-painter-review-21514156>

Hatton, Paul. (2016). Substance Painter 2 Review. Web-dokumentti. Viitattu 4.7.2017. <https://www.3dtotal.com/interview/773-substance-painter-2-review-by-paul-hatton-texturing-painting-3d>

Keman, Denis. (2016). Basics of Retopology - Retopology with 3D Coat. Web-dokumentti, video. Viitattu 29.6.2017. <http://www.dkcgi.net/2016/06/07/basics-of-retopology/>

Marmoset Toolbag – Features. (2016). Web-dokumentti. Viitattu 11.7.2017. <https://www.marmoset.co/toolbag/>

McDermott, Wes. (2014). Question regarding difference between PBR Spec/Rough and Rough/Metal workflow. Web-dokumentti. Viitattu 29.6.2017. <https://forum.allegorithmic.com/index.php?topic=3243.0>

Meretzky, Steve. (2001). Building Character: An Analysis of Character Creation. Web-dokumentti. Viitattu 8.6.2017. [http://www.gamasutra.com/resource\\_guide/20011119/meretzky\\_01.htm](http://www.gamasutra.com/resource_guide/20011119/meretzky_01.htm)

Pettit, Nick. (2015). The Beginner's Guide to Physically Based Rendering in Unity. Web-dokumentti. Viitattu 29.6.2017. <http://blog.teamtreehouse.com/beginners-guide-physically-based-rendering-unity>

Slick, Justin. (2017). What is Rendering – Finalizing the 3D Image. Web-dokumentti. Viitattu 11.7.2017. <https://www.lifewire.com/g00/what-is-rendering-1954?i10c.referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.fi%2F>

Substance Designer User Guide – Bakers. (2014). Web-dokumentti. Viitattu 4.7.2017. <https://support.allegorithmic.com/documentation/display/SD5/Bakers>

Substance Painter – 3D Painting Software. (2016). Web-dokumentti. Viitattu 4.7.2017. <https://www.allegorithmic.com/products/substance-painter>

Substance Painter Features - UV Reprojection. (2015). Web-dokumentti. Viitattu 4.7.2017. <https://support.allegorithmic.com/documentation/display/SPDOC/UV+Reprojection>

Theodore, Steve. (2016). What is retopology, and how do you do it with ZBrush? Web-dokumentti. Viitattu 5.6.2017. <https://www.quora.com/What-is-retopology-and-how-do-you-do-it-with-ZBrush>

Understanding Subsurface Scattering - Capturing the Appearance of Translucent Materials. (2014). Web-dokumentti. Viitattu 11.7.2017. <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/understanding-subsurface-scattering-capturing-appearance-translucent-materials>

Vasile, Christian. (2011). Introduction to Mood Boarding and How to Use it Properly. Web-dokumentti. Viitattu 5.6.2017 <http://www.1stwebdesigner.com/design/mood-boarding-introduction/>

Wilson, Joe. (2015a). Physically-Based Rendering, and You Can Too! Web-dokumentti. Viitattu 29.6.2017. <https://www.marmoset.co/posts/physically-based-rendering-and-you-can-too/>

Wilson, Joe. (2015b). PBR Texture Conversion. Web-dokumentti. Viitattu 29.6.2017. <https://www.marmoset.co/posts/pbr-texture-conversion/>

ZBrush Features – New in 4R8. (2017). Viitattu 14.6.2017. <http://pixologic.com/features/new-features.php>

LIITE 1: Renderöity kokovartalokuva Kuningattaren henkivartija -hahmosta



LIITE 2: Renderöity ylävartalokuva Kuningattaren henkivartija -hahmosta

